



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

TREBALL FINAL DE GRAU

EFICÀCIA D'UN PROGRAMA D'ENTRENAMENT VISUAL AMB PLATAFORMA BRAIN VT PER NENS AMB PROBLEMES D'APRENTATGE

MARTA GIRONA MARTINEZ

DIRECTOR/A
LLUÏSA QUEVEDO JUNYENT
DEPARTAMENT D'ÒPTICA I OPTOMETRIA

JUNY 2019



GRAU EN OPTICA I OPTOMETRIA

EFICÀCIA D'UN PROGRAMA D'ENTRENAMENT VISUAL AMB PLATAFORMA BRAIN VT PER NENS AMB PROBLEMES D'APRENETATGE

RESUM

Aquest estudi té diversos objectius: per una banda, obtenir la descripció de les característiques visuals i percepto-cognitives d' infants amb diversos problemes d'aprenentatge. Addicionalment, ens hem plantejat el disseny, adaptació i aplicació preliminar d'un programa d'entrenament visual i percepto-cognitiu amb la plataforma Brain VT.

Mitjançant un complet cribratge visual s'han avaluat un ampli espectre d' habilitats visuals i visuo cognitives com ara PPC, PPA, flexibilitat d'acomodació, AV, estereopsis, CT, TVPS, DEM. En els resultats obtinguts observem unes habilitats oculomotores, acomodatives i visuo cognitives fora dels valors de normalitat en aquests infants amb problemes d'aprenentatge.

Brain VT és una plataforma multidisciplinària basada en la gamificació, és a dir, en l'aplicació de mecanismes propis dels jocs per a potenciar la motivació, esforç, fidelització, concentració i altres valors positius dels jocs en una aplicació no lúdica com pot ser la teràpia visual. Aquest programa es caracteritza per funcionar amb intel·ligència artificial (IA), és a dir, que valora els resultats del pacient a les diferents proves, i per tant, l'estat de les habilitats que han estat treballades. Brain VT, s'intueix com a una eina eficaç a l'hora de complementar el tractament dels infants amb problemes d'aprenentatge tan a nivell d'eficàcia visual com en el visuo-cognitiu.



GRAU EN OPTICA I OPTOMETRIA

DISEÑO, ADAPTACIÓN Y APLICACIÓN PRELIMINAR DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO VISUAL CON PLATAFORMA BRAIN VT APLICADO A UNA MUESTRA DE ESCOLARES CON PROBLEMAS DE APRENDIZAJE

RESUMEN

Este estudio tiene varios objetivos: Para empezar, la descripción de las características visuales y percepto-cognitivas de dos muestras: Una de escolares sin necesidades académicas especiales y la otra, con problemas de aprendizaje. Adicionalmente, nos hemos planteado el diseño, adaptación y aplicación preliminar de un programa entrenamiento visual y percepto-cognitivo con la plataforma Brain VT.

Mediante una completa criba visual se han evaluado un amplio espectro de habilidades visuales y visuo cognitivas como por ejemplo el PPC, PPA, flexibilidad de acomodación, AV, estereopsis, CT, TVPS, DEM. En los resultados obtenidos observamos unas habilidades oculomotoras, acomodativas y visuo cognitivas fuera de los valores de normalidad.

Brain VT es una plataforma multidisciplinaria basada en la gamificación, es decir, la aplicación de mecanismos característicos de los juegos para potenciar el esfuerzo, fidelización, concentración y otros valores positivos en una aplicación no lúdica como puede ser la terapia visual. Este programa se caracteriza por su funcionamiento con inteligencia artificial (IA). Esta, valora los resultados del paciente en las distintas pruebas y, por lo tanto, el estado de las habilidades trabajadas. Brain VT, se intuye como una herramienta eficaz para complementar el tratamiento de escolares con problemas de aprendizaje tanto a nivel de eficacia visual como en el visuo-cognitivo.



GRAU EN OPTICA I OPTOMETRIA

DESIGN, ADAPTATION AND PRELIMINAR APLICATION OF A VISION TRAINING PROGRAM WITH BRAIN VT PLATFORM APPLIED TO A LEARNING RELATED PROBLEMS SCHOOLCHILDS

ABSTRACT

This research has several objectives: on the one hand, one of the objectives is to obtain the description of the visual and perceptual-cognitive characteristics of students with different learning problems. Additionally, first we have considered the design, adaptation and preliminary application of a visual and perceptual-cognitive training program with the Brain VT platform.

Through a complete visual screening, a wide visual and visual cognitive abilities spectrum, it's been evaluated PPC, PPA, flexibility of acomodation, AV, estereopsis, CT, TVPS, DEM. In the results we observe some oculomotor, accommodative and cognitive abilities outside the values of normality in these students with learning problems.

Brain VT is a multidisciplinary platform based on gamification, which is in the application of own mechanisms of games to enhance the motivation, effort, loyalty, concentration and other positive values of games in a non-fun application such as vision therapy. This program is characterized by working with artificial intelligence (AI). This, evaluates the patient's results in the different tests, and therefore, the state of the abilities that have been worked. Brain VT, It is intuited as an effective tool for supplementing the treatment of the children with learning problems at the level of visual effectiveness such as visuo cognitive.

ABSTRACT

INTRODUCTION

Vision is one of the main processes of learning and control of the action (Goodale & Milner 1992), where a series of skills are constantly evolving and adapting, so it's susceptible to poorly beneficial changes in situations which inadequate environmental activities and demands are presented (Skeffington 1958). As a result, poorly developed visual skills can minimize optimum performance.

The introduction of new technologies in all areas of daily life, at present, is a fact. In vision therapy too. Indeed the benefits of introducing software and virtual resources to conventional vision therapy are increasingly evident. These gains aren't limited to improvements in general visual efficiency abilities (Green & Bavelier 2007), but to perceptive aspects (Deveau, Lovcik & Seitz, 2014; Green, Li & Bavelier, 2010; Quevedo et al, 2015) tied with the improvement of the learning.

STATE OF THE ART

Learning

Learning is the process in which afferent information channels communicate with the central nervous system, giving a response in the form of motor action following the apparent channel. In other words, the information exchanges of the individual with the environment and his response. We can see it outlined in Figure 1.

Reading and writing is a key learning process that corresponds to the sum of three systems (visual, auditive and motor) perfectly coordinated (Castellanos et al., 2000; Corbetta et al., 1998; Muñoz et al., 2003). The integration of these systems makes possible the coordination of sensory information, producing a series of higher level information (Scheiman & Rouse 1994). The reading is based on the association of a grapheme to a phoneme. Writing is a similar process, but, once related grapheme and phoneme, precise eye coordination and good psychomotricity are needed (Ferré & Aruba 2008).

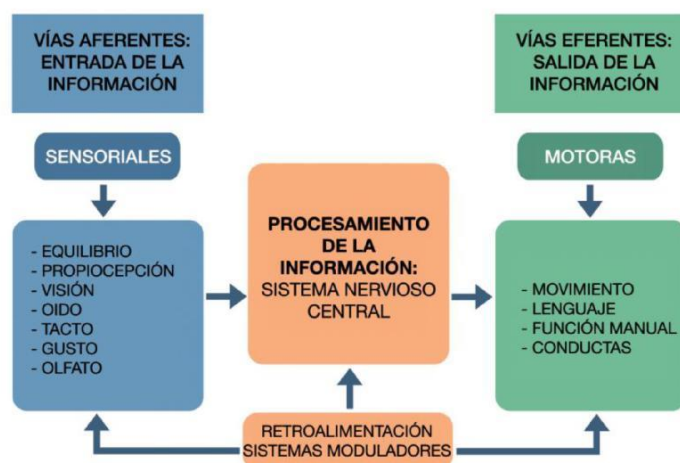


Figure 1: Outline of the learning process where the entry and exit routes of information and their relation through the central nervous system and modulating systems are shown (Augé & Fransoy, 2013).

The first stage, when the child learns to read, is dominated by the left hemisphere, where there is the phonological route that allows us to do a sequential analysis of decoding letter by letter allowing, thus, the recognition of the word. This stage requires precise oculomotors and visuo perceptive skills.

As the first stage of reading is over, the right hemisphere is gaining weight. This hemisphere is responsible for the lexical route, responsible for interpreting and integrating the context to extract meaning. Therefore, it is the neurological route that allows us to read to learn.

It is essential that there is a dialogue between the two hemispheres for the evolution and integration of both stages. The structure in charge of Inter-hemispheric integration is the callous body, through which the nerve fibres that communicate both hemispheres pass through. Therefore, if the callous body is not mature enough, the child will surely have problems evolving between the two stages of reading (Ferré & Aribau, 2002).

New technologies and vision

The emergence of new technologies has meant transforming every aspect of daily life by generating new habits and needs. The influence of new technologies in the field of vision is a fact. There are many cognitive perceptive aspects that are trained with the use of video games, with tasks such as enumeration and tracking of objects (Green & Bavelier 2006), visual attention (Green & Bavelier 2003) visual acuity (Green & Bavelier 2007).

The success of vision therapy is the product of a set of factors. According to Cooper (2007), the ability and experience of the optometrist to do the tests and exercises will be determinant for the correct development of the therapy and diagnosis. Cooper (2007), in this sense, affirms that the change of stimulus or objective during the traditional vision therapy, even by the best specialists, usually is slow and clumsy. This combined with the usual lack of speed or magnitude of the changes, the lack of means to apply a positive or negative reinforcement and the absence of standardization of the instructions, may vary the treatment and, consequently, the results. The solution of these shortcomings, according to the same author, can be the computerization of the vision therapy.

Goss et al (2007), carried out a research to determine the effect of normalizing vergences, accommodation and eye movements in reading, through computerized visual therapy. The application used was the Home Therapy System HTS, a tool similar to Brain VT (discussed later) but without ability to perform visuoperceptive training. The study was carried out with third-grade students. The results show that the students in the experimental group improve their reading skills in two years with respect to the students of the control group.

Huston et al (2015) demonstrated the benefits of using the CVS vision therapy program focused on the treatment of vergency dysfunction for symptom reduction in cases of insufficient convergence in children. The study is based on a large sample of 186 participants with an average age of 9 years, diagnosed with insufficient convergence. 39% of the participants presented diplopia and 98% asthenopia. After 6 weeks of therapy, 93% of the participants report the total disappearance of the associated symptoms.

Brain VT

Brain VT is the result of the merger between new technologies and conventional vision therapy and is based on the concept of gamification, which means the use of game-specific mechanisms within a playful environment, with the aim of enhancing motivation, concentration, effort, loyalty and other positive values for a non-fun application (Kapp 1985).

The Brain VT platform works with artificial intelligence (AI). This, evaluates the patient's results in the different tests, and therefore, the state of the skills worked. With these values plan the development of the training. That is to say, AI eliminates, repeats less

frequently or increases the difficulty of the tests that do not present any type of complication for the patient and/or gives more emphasis to the games that most obstacles present, working the less-achieved visual abilities. Although artificial intelligence "directs" the training, it is the optometrist who parametrizes the training according to the patient's convenience (Bach & Motlló, 2018; Bach, Motlló & Quevedo, 2017).

OBJECTIVES

1. Describe the visual and perceptual cognitive characteristics of children with accompanying learning problems.
2. Design, adapt and implement a visual and perceptual-cognitive training program with the Brain VT platform for the Vedruna Vall school in Terrassa.
3. Preliminary application of the Brain VT training program for the sample of children with learning problems.

PROCEDURE

Screening of a sample of 5 children between the ages of 10 and 12. All of them belong to the SEP program for students with learning problems. The tests were carried out during 3 sessions of 1,5 hours.

These screenings consisted of a battery of tests with a broad spectrum, where they were valued from oculomotor aspects to visuoperceptive aspects, through binocularity and accommodation:

- ❑ **Habitual visual acuity**
- ❑ **Objective evaluation of the refractive defect**
- ❑ **Assessment of the existence of binocular deviations**
- ❑ **Evaluation of the near point of convergence (PPC)**
- ❑ **Evaluation of the near point of accommodation (PPAc)**
- ❑ **Evaluation of the flexibility of accommodation**
- ❑ **Evaluation of the stereopsia**

❑ **Evaluation of saccharic and follow-up movements**

- **Evaluation of visuoperceptive skills through TVPS**

Once the screenings were finished, personalized reports were prepared for the families of children.

- ❑ Design, adaptation and preliminary application of a visual and perceptual-cognitive training program with the Brain VT platform in the group of children with learning problems.

A training of 10 face-to-face sessions of 25 minutes comprising 28 exercises was carried out with 12 skills trained:

- ❑ **Visual Memory**
- ❑ **Visual attention**
- ❑ **Saccadic movements**
- ❑ **Pursuit movements**
- ❑ **Lateralization**
- ❑ **Eye – hand coordination**
- ❑ **Visual closure**
- ❑ **Inter-hemispheric connection**
- ❑ **Visual Discrimination**
- ❑ **Mental calculation**
- ❑ **Numerical reasoning**
- ❑ **Form consistency**

DISCUSSION

Visual abilities

- ❑ **Binocularity**

As for the binocularity, CT, in the near and far-sighted, PPC, phoria and stereoagudess of most subjects conform to the norm.

The only thing to note is that the majority of the sample has an unstable fusion.

2 Accommodation

The majority of subjects have a range of accommodation appropriate to the values of normality by age.

For the flexibility of accommodation we observe an anomalously low average and a frequency that shows how practically all of them, 85.71%, does not conform to the norm.

This is in line with Hoffman's (1980) thesis, which states that 83% of children with learning disabilities present a diminished accommodative flexibility.

2 Oculomotor skills

Observing the DEM results we detect reduced oculomotor skills. We find vertical and horizontal speed reading times elevated in most subjects. The ratio is adjusted to the normal values in most of the children, but if we look at the typology frequencies, we observe how 57.47% of children have a DEM different from type I.

The results obtained seem to show a correlation between the high time obtained with the DEM test and the diminished results obtained with the Galí reading test. In this sense, Eden et al (1994), associates reduced oculomotor skills with reading problems. Other studies reaffirm this thesis (Biscaldi, Fischer & Hartnegg 2000; Garzia & Peck 1993; Northway 2003; Richman & Garzia 1996).

Cases of ADHD, in general, present more oculomotor dysfunctions, mainly in the precision of saccharous movements (Mostofsky et al 2001).

Visuoperceptive abilities

2 TVPS

Although the objective of this study is not to make a comparison between the two groups, at a clinical level, the differences between the two samples are evident. The subjects of the SEP sample, have decreased 5 of the 7 visuoperceptive abilities evaluated.

Mattis et al. (1975) determine that 15% of the dyslectic individuals present visuoperceptive problems. Flax (1968) affirms that the dyslectic subjects usually show problems in the perception of the forms.

Hung, Fisher and Sharon (1987) determined that children with learning disorders make more mistakes and need more time to perform visuoperceptive evaluation with TVPS. There are a lot of studies that associate learning problems with decreased visuoperceptive abilities (Gross & Rothenberg 1979; Harris 1982; Rourke 1982; Waldron & Saphire 1992).

Rutter (1978) claims that visoperceptive problems are a sign of a general lack of maturation and are often associated with learning problems.

Preparation and preliminary study with the Brain VT platform

The installation to do the training in the school has been complicated it was installed correctly but the school network could not support the installation of the program and the computer was suspended. We decide to try with the oldest installation program, we see that it works and therefore we proceed to start the activities.

Although the nature of the study does not allow us to assert it, according to the experience during the training sessions, we have seen how children show a high motivation and predisposition when doing the training, thus showing the benefits of gamification.

Observing the evolution of the training defined by artificial intelligence, we can sense an improvement in the skills worked as we observe a change in the parameters of certain tests that increase their difficulty.

CONCLUSIONS

Children with special needs presents the oculomotor, accommodative and visuoperceptive abilities, diminished.

The Brain VT platform is seen as an effective tool for complementing the treatment of children with learning problems at a visuoperceptive level, as well as visual effectiveness

SUMARI

• INTRODUCCIÓ.....	1
• MARC TEÒRIC.....	2
1. LA TERÀPIA VISUAL I LA SEVA EFICÀCIA.....	2
2. APRENTATGE.....	3
3. PROBLEMES D'APRENTATGE.....	3
3.1 L'eficàcia visual i els problemes d'aprenentatge.....	7
3.2 La percepció visual i els problemes d'aprenentatge.....	9
3.3 Signes i símptomes.....	10
3.4 Dislèxia.....	12
3.5 TDAH.....	14
4. LES NOVES TECNOLOGIES I LA VISIÓ.....	15
4.1 Els videojocs.....	15
4.2 Aplicacions específiques per a millorar les habilitats visuals.....	17
• OBJECTIUS.....	21
• MÈTODE.....	21
1. PARTICIPANTS.....	21
2. MATERIAL.....	21
2.1 Tests.....	21
2.2 Brain VT.....	22
3. INSTAL·LACIONS.....	26
4. PROCEDIMENT.....	26
4.1 Reunió informativa amb el centre.....	27
4.2 Cribatges de la mostra amb educació especial.....	27
4.3 Disseny del tractament individualitzat mitjançant la plataforma Brain VT.....	29
4.4 Instal·lació del programari pel desenvolupament de l'entrenament.....	33
4.5 Realització del entrenament.....	34
• RESULTATS.....	34
1. ALUMNES AMB NECESSITATS ESPECIALS.....	34
1.1 Eficàcia visual.....	34
1.2 Viso percepció.....	36
1.3 Resultats del Brain VT.....	36
• DISCUSSIÓ.....	37
1. ALUMNES AMB NECESSITATS ESPECIALS.....	37
1.1 Eficàcia visual.....	37



1.2	Viso percepció.....	38
1.3	Resultats del Brain VT.....	39
2.	POSTA A PUNT I ESTUDI PRELIMINAR AMB LA PLATAFORMA BRAIN VT.....	39
•	CONCLUSIONS.....	40
1.	ALUMNES AMB NECESSITATS ESPECIALS.....	40
1.1	Eficàcia visual.....	40
1.2	Viso percepció.....	40
2.	PLATAFORMA BRAIN VT.....	40
•	COMPROMÍS ÈTIC I SOCIAL.....	40
•	REFERÈNCIES.....	42
•	ANNEX 1.....	50

• INTRODUCCIÓ

La visió és un dels principals processos d'aprenentatge i de control de les accions (Goodale & Milner 1992). La visió és un procés on s'impliquen un seguit d'habilitats en constant evolució i adaptació, per això, és susceptible a canvis poc beneficiosos en situacions on se'ns presenten activitats i demandes ambientals inadequades (Skeffington 1958). Com a conseqüència, unes habilitats visuals poc desenvolupades poden minvar l'òptim rendiment.

La teràpia visual respon a un seguit d'exercicis neurosensorials i neuromusculars basats en l'anàlisi personalitzat dels símptomes, signes i necessitats, acompanyat d'un complet examen refractiu i de les habilitats visuals del pacient (Griffin & Grisham, 1995; Press, 1997).

La teràpia visual, com podem analitzar amb més profunditat al llarg del treball, ha demostrat els seus beneficis en un ampli espectre d'alteracions visuals, des de disfuncions oculomotores (Ciuffreda & Goldrich, 1983; Fisher & Hartnegg, 2000), fins a contextos aplicats com el rendiment esportiu (Paul, Shukla & Sandhu, 2011; Quevedo, Padrós, Solé & Cardona, 2015; Schwab & Memmert, 2012) o la recuperació davant de traumatismes cranioencefàlics (Daugherty, Frantz, Allison & Gabriel, 2007). Tanmateix, sembla lògica i àmpliament acceptada la beneficiosa relació entre la teràpia visual amb la pal·liació de determinats problemes d'aprenentatge (Borsting, Mitchell, Kulp, Scheiman, Amster, Cotter, et al., 2012; Rounds, Manley, & Norris, 1991).

La introducció de les noves tecnologies dins de tots els àmbits de la vida quotidiana, actualment, és un fet. La teràpia visual no n'és menys. De fet, cada cop s'evidencien més els beneficis de la introducció de softwares i recursos virtuals complementaris a la teràpia visual convencional. Aquests beneficis no es limiten a millores en habilitats generals d'eficàcia visual (Green & Bavelier 2007), si no, a aspectes perceptius (Deveau, Lovcik & Seitz, 2014; Green, Li & Bavelier, 2010; Quevedo et al, 2015) lligats amb la millora de l'aprenentatge.

- **MARC TEÒRIC**

- **.1. La teràpia visual i la seva eficàcia**

Els éssers humans podem gaudir dels beneficis de la teràpia visual, definida com el seguit d'activitats neurosensorials i neuromotores no-quirúrgiques per a rehabilitar o desenvolupar les habilitats i els processos visuals (AOA 2009). Trobem l'origen d'aquesta en els estrabòlegs (Peachey 1990), de fa aproximadament un segle, més concretament en l'oftalmòleg francès Louise Èmile Javal qui a finals del segle XIX afirmava que la fusió podia ser restaurada en determinats casos d'estrabisme mitjançant exercicis visuals planificats en un seguit de sessions regulars (Roper-Hall 2007).

Amb aquestes bases, l'optometrista americà Skeffington (1928) que dirigia l'*Optometric Extension Program*, impulsa la formulació d'un règim específic de teràpies per als problemes visuals que no responien al tractament convencional amb lents. És aquí on podríem considerar que la teràpia visual neix com a tal. Entre els anys 40 i 50 Brock (1941), demostra la importància de la consciència sobre la diplopia fisiològica. Posteriorment, Harmon (1966) i Kephart (1971) van interrelacionar la visió amb les funcions motores i de processament espaciotemporal demostrant els beneficis de l'aplicació de teràpia visual per a millorar el desenvolupament visual i global dels nens .

L'instrumentari de l'època es basava principalment en estereoscòpis amb la funció d'ampliar els rangs de fusió binocular. Aquests aparells permetien entrenar la integració de l'acomodació amb les vergències. La indústria Bernell Corporation fou la primera en produir equipament per a poder dur la teràpia visual a casa. A mitjans dels 60, amb l'aplicació al camp de la visió de la teoria sobre el desenvolupament percepto-cognitiu i l'estudi comportamental de la visió, els optometristes es centren en l'aplicació de teràpia visual en nens amb problemes d'aprenentatge relacionats a la visió (Press 1997).

La recerca, durant els anys setanta i vuitanta, estableix que la visió és un procés dinàmic i adaptatiu influenciat per les condicions ambientals i modificable mitjançant la teràpia visual. A aquesta conclusió hi arriben Schor i Ciuffreda (1983), mitjançant la valoració del desenvolupament de l'acomodació i les vergències en diferents ambients de mala adaptació mitjançant sistemes de control neuropsicològic. A partir dels anys 80, degut a

la nova demanda visual provocada per la introducció dels ordinadors als llocs de feina, apareixen amb més freqüència disfuncions de caràcter acomodatiu. Amb això, es comença a aplicar una teràpia orientada per als adults amb l'objectiu de reduir els símptomes associats. Aquesta teràpia estarà basada en la relaxació, integració, flexibilitat i rangs acomodatius (Press 1992). La dècada dels 90, fou un temps d'auge tan en l'interès i conscienciació de la població sobre la teràpia visual com en la recerca, ja que a part d'ampliar-se la investigació en camps oblidats en anys anteriors, es va potenciar en nous àmbits com per exemple la rehabilitació post accidents cerebrovasculars o post traumatismes (Press 1997).

.2. Aprenentatge

Segons l'institut d'estudis catalans, IEC (2018), podem definir l'aprenentatge, en l'aspecte pedagògic, com:

“El procés pel qual un individu o una col·lectivitat adquireixen coneixements, habilitats, trets o pautes, com el llenguatge, els prejudicis, les normes, les creences, les regles de conducta.”

Aquesta definició la podem complementar amb una altre de caire psicològic que ens dóna, també, l'institut d'estudis catalans, (2018):

“L'exercici que produeix els mòduls de comportament o els trets de personalitat no atribuïbles a la influència exclusiva de l'herència genètica.”

Segons Augé i Fransoy (2013), l'aprenentatge és el procés en el que les vies aferents de informació anomenades vies sensorials, comuniquen amb el sistema nerviós central donant una resposta en forma d'acció motora seguint la via eferent. És a dir, els intercanvis de informació del individu amb l'entorn i la seva resposta. Ho podem veure esquematitzat a la figura 2.1

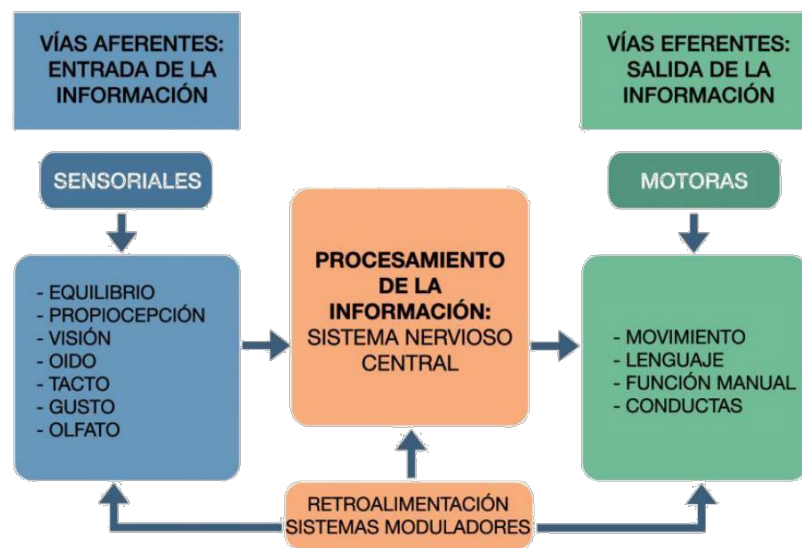


Figura 2.1: Esquema del procés d'aprenentatge on es mostren les vies d'entrada i sortida de informació i la seva relació mitjançant el sistema nerviós central i els sistemes moduladors. (Augé & Fransoy, 2013).

Per a entendre la relació entre l'aprenentatge i l'optometria hem de treballar amb un model que compregui el funcionament dels sistemes com a conjunt. És a dir, un model holístic.

La lectoescriptura és un procés clau del aprenentatge que es correspon a la suma de tres sistemes (el visual, l'auditiu i el motriu) perfectament coordinats (Castellanos et al, 2000; Corbetta et al, 1998; Muñoz et al, 2003). La integració d'aquests sistemes fa possible la coordinació de les informacions sensorials, produint, un seguit de informacions de nivell superior (Scheiman & Rouse 1994). Aquestes són: La decodificació, amb l'associació de els sistemes visual i auditiu; el llenguatge oral, mitjançant les habilitats auditives i motrius; i l'orientació espacial, quan relacionem els sistemes visual i motriu (Lopez 2010). Ho podem veure esquematitzat a la figura 2.2.

La lectura es basa en l'associació d'un grafema a un fonema. Aquest procés, es pot complementar amb la coordinació del sistema motor per a pronunciar les paraules durant la lectura en veu alta. L'escriptura és un procés similar, però, un cop relacionats grafema i fonema, cal una precisa coordinació ull ma i una bona psicomotricitat (Ferré & Aribau 2008).

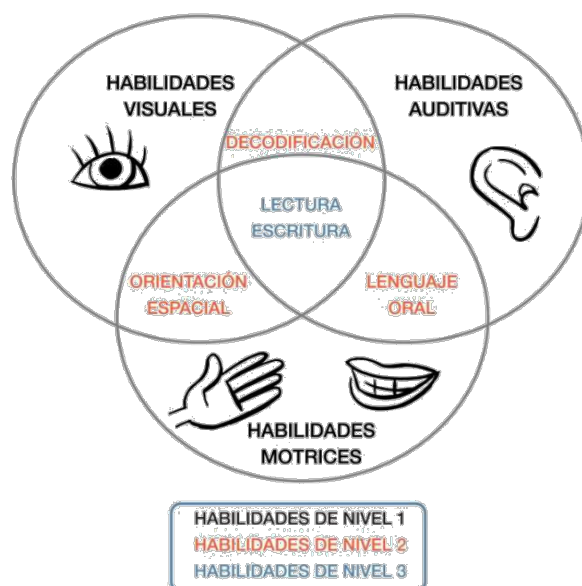


Figura 2.2 Les habilitats necessàries per a la lecto-escriptura i les seves relacions. Com podem observar, les dividim en nivells. Obtenim habilitats de nivell superior mitjançant la relació d'habilitats més generals (Augé & Fransoy 2013).

La lectoescriptura dins del sistema educatiu espanyol esdevé fonamental a partir dels 6 anys. Per tant, és essencial tindre unes bones habilitats perceptives, ja que el bon funcionament en conjunt amb les visuals motores, auditives i atencionals, poden definir el bon desenvolupament escolar del infant (Augé & Fransoy 2013).

Segons Scheiman i Rouse (1994), l'aprenentatge de la lectoescriptura ve determinat per dues etapes:

La primera, quan l'infant aprèn a llegir, ve dominada per l'hemisferi esquerre, on hi ha la via fonològica que ens permet fer un anàlisi seqüencial de descodificació lletra per lletra permetent, així, el reconeixement de la paraula. Aquesta etapa requereix unes habilitats visuals perceptives i oculomotors precises.

A mesura que es supera la primera etapa de la lectoescriptura, l'hemisferi dret va guanyant pes. Aquest és responsable de la via lèxica, encarregada d'interpretar i integrar el context per a extreure'n el significat. Per tant, és la via neurològica que ens permet llegir per a aprendre. Podem observar-ho exemplificat a la figura 2.3.

SGEUN UN ETSDUIO DE UNA UIVENRSDIAD IGNLSEA,
NO IPMOTRA EL ODREN EN EL QUE LAS LTEARS ESTÁN ERSKIATS,
LA UICNA CSOA IPORMTNATE ES QUE LA PMRIREA
Y LA UTLIMA LTERA ESTEN ECSRTAS EN LA PSIOCION COCRRTA.
EL RSTEO PEUDEN ESTAR TTAOLMNTTEE MAL
Y AUN PORDAS LERELO SIN PBROLEAMS.
ESTO ES PQUORE NO LEMEOS CADA LTERA
POR SI MSIMA PERO LA PAALBRA ES UN TDOO.

Figura 2.3 Exemple del control de la via lèxica. Si podem entendre aquest text encara que les lletres no estiguin en la seva posició correcta és gràcies a que l'hemisferi dret interpreta i extreu el significat sense necessitat de llegir lletra per lletra (Augé & Fransoy 2013).

El procés neurològic que ens permet extreure informació d'un text comença amb la necessitat o desig d'interpretar-lo. Posteriorment, el còrtex cerebral envia als ulls l'acció en forma de moviment sacàdic per arribar al principi de la frase. Acte seguit, conduïm els dos ulls al mateix punt mitjançant la convergència. Aquests dos processos són controlats pel sistema magnocelular, el qual es dirigeix al lòbul parietal per la via dorsal (Steinman et al 1996).

El sistema magnocelular compren les fibres que surten de la perifèria de la retina i està format per grans camps receptors. Aquest sistema és responsable dels moviments oculars i les vergències. És una via ràpida de transmissió dels impulsos nerviosos i un sistema inconscient preparat per a l'acció (Scheiman & Rouse 1994).

Per veure l'estímul un cop localitzat, cal fixar-lo el temps necessari per que l'acomodació ens permeti enfocar-lo. Aquests dos processos, fixació i acomodació, són coordinats pel sistema parvocelular, també anomenat analític (Augé & Fransoy 2013). Aquest és responsable de la discriminació del detall ja que compren el 80% de les fibres nervioses que conformen la retina central. Aquestes fibres, surten de la retina i es dirigeixen al lòbul temporal mitjançant la via ventral. El sistema analític es desenvolupa posteriorment al sistema magnocelular. Aquest, és el sistema conscient per a la memòria i processament de signes i estímuls. La via ventral és més lenta en la transmissió del estímul (Solan et al 1998).

És elemental que és produeixi diàleg entre ambdós hemisferis per a l'evolució i integració d'ambdues etapes. L'estructura encarregada de la integració Inter hemisfèrica és el cos callós, per on passen les fibres nervioses que comuniquen ambdós hemisferis. Per tant, si el cos callós no és prou madur, amb tota seguretat l'infant tindrà problemes per evolucionar entre les dues etapes de la lectoescriptura (Ferré & Aribau, 2002).

.3. Problemes d'aprenentatge

.3.1. L'eficàcia visual i els problemes d'aprenentatge

Donades les característiques anteriorment esmentades, unes habilitats d'eficàcia visual fines i precises seran clau pel correcte desenvolupament dels processos d'aprenentatge de la lectoescriptura (Scheiman & Rouse, 1994).

- **Agudesia visual:**

Diferents treballs corroboren la relació entre una agudesia visual deficient i les dificultats en la lectura (Legge 2006). Fendric (1935), determina alta prevalença d'una agudesia visual disminuïda dins d'un grup de 64 infants amb dificultats lectores.

- **Error refractiu:**

La miopia sol associar-se a un nivell lector correcte. Nombrosos estudis mostren relació entre les dificultats lectores, viso-perceptives i viso-motores amb la hipermetropia (Rosner 1986; Rosner & Gruber 1985).

- **Heterofòries:**

Rouse et al (1999), van trobar una alta prevalença de insuficiència de convergència en infants amb habilitats lectores disminuïdes amb referència als nens sense problemes en la lectura. Altres autors varen obtenir resultats similars (Eames 2014; Simons & Gassler 1988; Simons & Grisham 1987).

- **Vergències:**

Una gran quantitat d'estudis mostren rangs de vergències inferiors en els infants amb les habilitats lectores disminuïdes (Scheiman & Rouse 1994). El signe de les vergències afectades és motiu de discrepància entre autors. La majoria troben el rang de vergències negatives disminuït i igualtat pel rang de vergències positiu amb el grup control (Eden et al 1994; Stein et al 1988; Ygge et al 1993).

Segons Buzzelli (1991), una flexibilitat de vergències alterada, sol estar associada a severes dificultats lectores.

- **Acomodació:**

Troben una alta prevalença d'alteracions acomodatives en els infants amb dificultats lectores (Hammerberg & Norn 1972; Wold et al 1978). Segons Hoffman (1980), el 83% dels casos d'infants amb habilitats lectores insuficients presenten una flexibilitat acomodativa disminuïda.

- **Seguiments i Sacàdics**

Hi ha autors que defensen que unes habilitats oculomotores disminuïdes poden contribuir a que el subjecte presenti dificultats en la lectura (Biscaldi, Fischer & Hartnegg 2000; Garzia & Peck 1993; Northway 2003; Richman & Garzia 1996; Schheiman & Rouse 1994).

Pavlidis (1985), demostrà que els subjectes amb problemes en la lectura fan significativament més moviments oculars inapropiats, especialment regressions. Així com, fixacions més llargues i disperses.

Eden et al (1994), correlaciona el baix rendiment lector i uns moviments sacàdics pobres, dins d'un estudi sobre el control oculomotor dels infants cursant cinquè de primària, amb i sense problemes lectores.

.3.2. La percepció visual i els problemes d'aprenentatge

Segons Borsting (1996), els problemes d'aprenentatge relacionats amb dèficits visuals, poden tindre origen en dues components visuals diferents: L' anteriorment esmentada eficàcia visual (AV, acomodació, binocularitat, oculomotricitat...) i el processament de la informació visual, és a dir, els aspectes perceptius i cognitius, en la qual hem centraré més:

Podem definir la percepció visual com l'habilitat que ens permet localitzar, reconèixer, discriminar, seleccionar, analitzar i recordar la informació visual per tal de interpretar qualsevol estímul. L'habilitat viso-perceptiva o d'anàlisi visual, amb les habilitats visomotors, viso-espacials i viso-auditives són responsables del correcte processament de la informació. Per tant, unes habilitats d'anàlisi visual alterades, poden influir negativament en el procés d'aprenentatge (Gross i Rothenberg 1979; Harris 1982; Mestre 2016; Rourke 1982; Waldron i Saphire 1992).

Segons Morrison i Gardner (1982), s'avaluen una sèrie de processos:

- **Processos bàsics**

Discriminació visual: ens permet determinar exactament les característiques distintives entre figures amb formes similars. Confondre paraules o lletres semblants sol relacionar-se amb dificultats en la discriminació visual.

Relació espacial: habilitat que ens permet determinar entre figures de idèntica configuració, la única que es troba en una orientació o direcció diferent. Gràcies a la relació espacial podem comprendre la direccionalitat del que observem. Per exemple, ens permet distingir entre esquerra, dreta, amunt i avall. Unes habilitats de relació espacial deficients solen associar-se a inversions en l'escriptura i la lectura.

Constància de forma: ens permet veure i trobar una figura determinada encara que tingui una mida diferent, estigui capgirada, invertida o amagada entre altres formes. Aquest procés ens permet interpretar diferents tipografies (impremta/lletra lligada...).

- **Processos complexos o d'integració**

Figura-fons: possibilita percebre una figura i acte seguit trobar-la dins d'un fons determinat, és a dir, determinar la informació rellevant i d'interès. Aquest procés és clau a l'hora d'extreure informació d'un text.

Tancament visual: capacitat d'arribar a conclusions lògiques o completes sense comptar amb el total de la informació, és a dir, d'anticipar-se. Aquest procés és essencial en la comprensió lectora, ja que ens permet discernir la idea principal del text dels detalls insignificants i anticipar-nos, tenint una previsió del que vindrà després.

- **Processos de memòria**

Memòria visual: habilitat de veure un estímul com a un tot, crear una imatge visual i recordar-la amb totes les seves característiques i atributs. Una memòria visual deficient pot portar a una capacitat de comprensió lectora deficient, ja que costarà aprendre i recordar vocabulari nou.

Memòria visual seqüencial: capacitat de recordar una sèrie d'estímuls, ordres o instruccions. Ens permet recordar una seqüència de paraules a l'hora de fer un dictat o un número de telèfon. Aquesta habilitat serà clau a l'hora de copiar textos de la pissarra a un full o agafar apunts.

.3.3. Signes i símptomes

La diversitat en la naturalesa dels problemes d'aprenentatge fa que una precisa anamnesi dels símptomes i signes descrits per l'infant, o bé pels familiars, sigui determinant a l'hora d'elaborar un correcte tractament. Aquests signes i símptomes variaran segons l'habilitat visual afectada o l'aspecte avaluat. Scheiman i Russell (1994), els classifiquen de la següent manera (veure annex 1):

- **Signes conductuals**

L'apropament excessiu a l'hora d'escriure, el parpelleig excessiu, el freqüent fregament dels ulls, l'aclucament dels ulls o la torticollis són signes claus que l'optometrista ha de

tindre en compte en fer l'examen visual, ja que solen anar associats a una disfunció de la visió que pot crear dificultats a l'hora de realitzar tasques com copiar textos tan en visió propera com en visió llunyana.

És molt important tenir present i estar atent als signes comportamentals a l'hora de detectar anomalies visuals relacionades amb l'aprenentatge. Per exemple, si l'infant té símptomes de desconfort a l'hora de treballar en visió propera, molt probablement eviti aquestes tasques, transformant-ho en un hàbit. Molts cops, aquests signes són incorrectament associats pels docents a un desordre d'atenció, ja que els nens amb disfuncions de la visió solen tenir més dificultats a l'hora de mantenir l'atenció (Borsting 1991).

- **Síntomes astenòpics**

La diplopia i la visió borrosa són els símptomes oculars més freqüents en casos de problemes d'eficàcia visual (Ciuffreda 2002). Es solen presentar al fer breus períodes de feina en visió propera o, amb més freqüència, després d'un llarg període de lectura. Mal de cap frontal i desconfort són freqüentment reportats pels infants amb historials de problemes de lectura (Scheiman & Rouse 1994).

La manca d'un vocabulari desenvolupat i la memòria episòdica dels infants, fa que la descripció dels símptomes per part de l'infant sigui limitada (Scheiman & Rouse 1994).

- **Síntomes de motilitat ocular**

La presència d'un problema de motilitat ocular durant la lectura, a més dels símptomes i signes descrits a l'apartat anterior, acostuma a dur associades les omissions de paraules, transposicions en l'ordre de les paraules, canvis en la seqüència de les lletres i girament de lletres. Alguns d'aquests símptomes provoquen la necessitat de fer freqüents moviments de regressió per a rellegir i comprendre el text. Els símptomes anteriorment esmentats resulten molts cops en l'omissió de frases senceres o rellegir la mateixa línia. Un signe freqüent és el seguiment amb el dit a l'hora de llegir per pal·liar aquestes molèsties (Scheiman & Rouse 1994).

Les altes exofòries acostumen a dur alteracions de la motilitat ocular associades (Ansons & Davis 2008). Això és degut a que durant l'escombratge de retorn a l'acabar una línia es produeix una exofòria. Aquesta és deguda a una asimetria en el moviment d'abducció/adducció. El moviment sacàdic d'abducció és lleugerament més llarg i ràpid (Bahill et al 1977).

Els moviments sacàdics exprés tenen una latència molt petita i solen aparèixer just quan l'objecte deixa de ser fixat. Aquests moviments, donada la seva velocitat, permeten un temps molt reduït per a que els mecanismes de processament i decisió actuïn. Segons diferents autors, són trobats amb més freqüència en infants que presenten problemes de lectura. Segons Fisher (1993), apareixen amb més freqüència quan es perd l'atenció sobre l'objecte fixat abans de l'aparició d'un nou estímul. Es a dir, quan el moviment sacàdic s'inicia prematurament. Per això, suggereix que els subjectes que presenten dificultats en la lectura poden mostrar com a signe un dèficit en la inhibició en la generació de nous moviments sacàdics.

.3.4. Dislèxia

Segons la Federació Mundial de Neurologia, podem definir la dislèxia com:

"El trastorn manifest per a la dificultat d'aprendre a llegir tot i tenir una educació convencional, una intel·ligència adequada i una situació sociocultural dintre de la normalitat. Té origen a determinades incapacitats cognitives fonamentals que solen ser d'origen constitucional." (Millichap 1975).

- **Prevalença**

La dislèxia té una prevalença d'entre el 5% i el 17% dels nens en edat escolar als Estats Units (Shaywitz & Bennett 2001). Cal esmentar, que la prevalença d'aquest trastorn és més freqüent en el sexe masculí. Segons Torras de Beà (2002), 3 de cada 4 persones dislèctiques són homes.

- **Etiologia**

L'origen etiològic de la dislèxia és incert. Actualment, s'han plantejat factors genètics, neurològics, neurofisiològics, cognitius, maduratsius, pedagògics, etc. (Exposito 2002; Gayan 2001).

Tot i que no s'ha fet cap troballa concloent sobre cap anormalitat estructural, tanmateix s'han identificat alguns factors relacionats amb el funcionament cognitiu:

- La manca de dominància hemisfèrica explica els freqüents canvis d'orientació i posició de les lletres durant la lectura (Bakker 1992; Bakker Bouma, Gardien, 1990).
- S'evidencia una menor taxa de processament lingüístic per part de l'hemisferi esquer que podria provocar una menor exactitud a l'hora de percebre estímuls verbals (Lliadou et al, 2010; Peterson & Pennington, 2012).
- El funcionament deficitari de l'hemisferi dret podria fer interferir amb les seves funcions en l'esquer, cosa que explicaria els dèficits en processament fonològic i en velocitat de processament visual que freqüentment són presentats per les persones dislèctiques (Facoetti, Turatto, Lorusso & Mascetti 2001; Wolf & Bowers 2000).

- **Tipus de dislèxia**

S'acostuma a classificar segons si el seu origen és degut a un problema adquirit, com podria ser un procés neurodegeneratiu o un traumatisme cerebral i en aquests casos l'anomenem dislèxia adquirida. Si l'infant neix amb dislèxia, llavors l'anomenem dislèxia evolutiva (Mestre 2016).

La dislèxia també es classifica segons els errors que produeix l'afectat a l'hora de llegir o lletrejar (Boder 1970, 1971, 1973):

Dislèxia de comportament fonològic o auditiva: Presenten dificultats per fer descodificacions fonològiques, en la memòria visual i a l'hora de reconèixer les estructures gramaticals. Amb una prevalença del 38% d'infants amb dislèxia, és el grup

més majoritari (Alsobhi, Khan, & Rahanu 2014; Annett, Eglinton & Smythe 1996; Mattis, French & Rapin 1975; Mattis 1978).

Dislèxia perceptiva, superficial o visual: Presenten dificultats per realitzar tasques de percepció, memòria, relacions espacials i discriminació visual. A part de les dificultats de caire visio perceptiu, acostumen a manifestar disfuncions oculomotores. Aquest tipus té una prevalença d'un 16% (Annett, Eglinton & Smythe 1996; Mattis, French & Rapin 1975; Mattis 1978).

Dislèxia d'integració, mixta o profunda: Mescla dels dos grups anteriors. La prevalença d'aquest grup és d'un 22% (Alsobhi, Khan, & Rahanu 2014; Annett, Eglinton & Smythe 1996; Boder 1970, 1971, 1973).

.3.5. TDAH

El trastorn de dèficit d'atenció i hiperactivitat o TDAH, és un trastorn d'origen neurobiològic que té inici a l'edat infantil i es caracteritza per presentar el patró persistent de falta d'atenció, hiperactivitat i impulsivitat. Tot i que els individus amb TDAH no tenen problemes d'intel·ligència, les característiques anteriorment esmentades no els permeten desenvolupar-se correctament en el marc escolar (Barkley 2009).

- **Prevalença**

Segons l'American Psychiatric Association (2002), la prevalença entre infants i joves en edat escolar als Estats Units d'aquest trastorn es troba entre el 7% i el 8%. Segons el Departament d'educació de la Generalitat de Catalunya (2010), el trastorn afectaria entre el 3% i 7% de joves i infants.

El sexe masculí, és el més afectat en una proporció aproximada de 2:1 a 9:1 (APA, 2000).

- **Etiologia**

El TDAH és un trastorn molt heterogeni amb una etiologia genètica i neurològica (APA 2002). Barkley i Murphy (2005), assenyalen els pares amb antecedents de TDAH tenen un risc de més del 57% que la seva descendència neixi afectada pel trastorn.

Les complicacions durant l'embaràs produïdes pel consum d'alcohol i tabac, estan associades a l'existència de TDAH (Biederman 2004; Milberger, Biederman, Faraone & Chen, 1996).

- **Tipologia**

Per a classificar i fer el diagnòstic els diferents tipus de TDAH, s'utilitza el criteri que segueix el DSM-V (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5*).

Segons el criteri del DSM-V tenim tres grups de TDAH en tres grups, caracteritzats pels símptomes que predominen:

Tipus Inatent: presenta dificultats a l'hora de concentrar-se per un període determinat de temps. Comet oblits persistents, tendeix a distreure's i presenta dificultats d'aprenentatge (Mestre, 2016). Segons el DSM-V, aquest grup l'integren un 25% dels casos

Tipus hiperactiu-impulsiu: mostra un excés d'activitat cognitiva en situacions on no es requereix, manifesta moviments motors excessius, es precipita en les seves accions i és conductualment i/o verbalment impulsiu. Sol estar associat a un comportament problemàtic (Mestre, 2016). Aquest grup equival a un 15% dels casos segons el DSM-V.

Tipus combinat: mescla dels dos grups anteriors. Es presenta en un 75% dels casos segons el DSM-V.

.4. LES NOVES TECNOLOGIES I LA VISIÓ

.4.1. Els videojocs

L'aparició de les noves tecnologies, ha suposat una transformació en pràcticament tots els aspectes de la vida quotidiana generant nous hàbits i necessitats. Doncs, la influència de les noves tecnologies dins el camp de la visió és un fet. Són molts els aspectes perceptius-cognitius que s'entrenen amb l'ús de videojocs, des de tasques com poden ser l'enumeració i seguiment d'objectes (Green & Bavelier 2006), l'atenció visual (Green & Bavelier 2003) o l'agudesa visual (Green & Bavelier 2007).

No tots els videojocs tenen la capacitat de canviar les funcions visuals (Green & Bavelier 2008). Unes determinades característiques d'aquests seran les que modificaran i entrenaran certs processos com per exemple l'habilitat de centrar-se en una tasca (atenció selectiva focalitzada) o el control de la perifèria. És per això que Cohen et al (2007), van classificar els videojocs en funció de la seva eficiència, segons la seva demanda d'agilitat i precisió en l'anàlisi visual. Anys després, Green i Bavelier (2008) van fer-ne una revisió valorant l'aprenentatge visual i dividint els videojocs en 5 categories:

La primera categoria engloba els jocs d'acció en primera o tercera persona com podrien ser els que formen part de sagues com Call of Duty o Grand Theft Auto. Els videojocs compresos dins d'aquesta classe requereixen una demanda molt alta d'atenció visual ja que els jugadors han d'estar constantment alerta de la perifèria en escenaris molt amplis davant events impredecibles que requereixen de respostes ràpides i precises. Per progressar dins del joc o guanyar la partida, els jugadors han de seguir objectes que es mouen ràpidament per tota la pantalla alhora que ignoren elements distractors. Aquests jocs, requereixen d'una bona coordinació de les accions motores amb els detalls vistos a la pantalla. És per això que els videojocs d'acció requereixen d'un precís control viso motor a l'hora d'afinar la punteria davant de petits objectes en moviment tenint com a conseqüència, la mort del personatge si el jugador falla. Aquests jocs acostumen a tindre la motivadora peculiaritat d'estar formats per bastants nivells amb un augment de dificultat progressiva que assegura una experiència realitzable alhora que desafiant pel jugador. No tots els videojocs d'acció tenen la mateixa eficàcia, els que es practiquen en línia o multi jugadors, es presenten menys eficients en aspectes viso atencional que els unipersonals ja que en els primers no podem triar el nivell d'habilitats del contrincant. Al no poder seleccionar aquest paràmetres probablement es redueixen els efectes del entrenament (Green & Bavelier 2009).

La segona categoria inclou els videojocs d'esports i curses de vehicles. Les poques evidències que podem trobar sobre l'efecte dels videojocs d'aquesta classe suggereixen que poden produir certes millores visuals (Trick et al 2005). Tot i així, hi ha certs videojocs que donada la seva manca de velocitat, no deixen clar que produeixin cap mena de benefici. Videojocs d'esports o curses amb ritme més ràpid, que requereixen el seguiment de molts objectes amb més èmfasi en el processament perifèric donen resultats diferents.

Romeas et al (2014) refereix millores en les habilitats viso cognitives d'un grup de futbolistes, posterior entrenament amb el videojoc *FIFA 2010*.

La tercera categoria conté els jocs que requereixen d'un ràpid i precís control viso motor però alhora no tenen cap demanda especial en l'anàlisi visual, és a dir, en la identificació d'objectius davant elements distractors. El videojoc més representatiu per aquesta categoria és el Tetris. Els estudis indiquen possibles beneficis en determinades habilitats visuals després de jugar amb el Tetris. Tot així, aquests beneficis seran inferiors als obtinguts amb els videojocs d'acció (Green & Bavelier 2009). Això es deu a les nombroses diferències en les seves característiques: Per començar, a diferència dels jocs d'acció, els jugadors del Tetris només han d'atendre alhora un numero molt reduït d'estímuls. A més, la localització a l'espai d'aquests objectes és altament previsible i és per això que el jugador sap en tot moment on ha de parar atenció. Cal esmentar també que el limitat nombre de formes de les peces, permet al jugador memoritzar les configuracions espacials i els moviments, enlloc d'adaptar-se a un ambient de canvi constant com als videojocs d'acció (Destefano & Gray 2007; Sims & Mayer 2002).

La quarta categoria inclou els jocs d'estratègia. Els videojocs d'aquesta classe s'han utilitzat en la pràctica totalitat d'estudis com a control. Tot i que aquests jocs poden ser visualment complexes i tenen la necessitat de seguir diferents objectius, el lent progrés dels estímuls fa que no provoquin cap efecte a la visió, demostrant així que un ambient complex no garanteix millora en les habilitats visuals. Si els videojocs d'estratègia tinguessin més ritme molt probablement trobaríem millores en les funcions visuals dels jugadors (Green & Bavelier 2009).

La cinquena i ultima categoria compren els jocs de cartes i puzles com el solitari o el pescamines. Aquests jocs no han demostrat cap canvi en l'atenció visual donada la seva manca d'events inesperats que necessitin una reacció ràpida i precisa. Tot i així milloren l'estratègia cognitiva per a la resolució de problemes (Green & Bavelier 2009).

.4.2. Aplicacions específiques per a millorar les habilitats visuals:

L'èxit de la teràpia visual és producte d'un conjunt de factors. Segons Cooper (2007), l'aptitud i experiència del optometrista alhora de fer les proves i exercicis serà clau pel correcte desenvolupament de la teràpia i diagnòstic. Cooper, (2007), en aquest sentit, afirma que el canvi d'estímul o objectiu durant la teràpia visual tradicional, fins i tot pels millors especialistes, sol ser lent i feixuc. Això sumat a l'usual manca de velocitat o

magnitud dels canvis, l'escassetat de mitjans per aplicar un reforç positiu o negatiu i l'absència d'estandarització de les instruccions, poden fer variar, el tractament i en conseqüència els resultats.

La solució d'aquestes mancances segons el mateix autor, pot ser la computerització de la teràpia visual. Cooper i Feldman (1978) foren els primers en demostrar l'eficàcia de la teràpia visual computeritzada mitjançant el *random dot stereograms* (RDS) aplicant un condicionament operant, és a dir, un reforç positiu o negatiu depenent de la resposta del pacient.

Donat que el RDS requereix de fixació bifoveal, els pacients amb estrabismes constants seran inavaluables. En un altre estudi, Cooper i Feldman (1980) demostren l'eficàcia del RDS a l'hora d'ampliar les vergències. Durant la teràpia, al grup experimental del estudi, per cada resposta correcta, l'ordinador automàticament donava un reforç positiu mitjançant un so i augmentava la demanda de vergències. Per a les respostes incorrectes, l'ordinador donava un reforç negatiu en forma d'un so diferent i disminuïa la demanda de vergències. Amb aquest estudi els autors determinen que la teràpia visual computeritzada és més ràpida a l'hora d'augmentar les amplituds de fusió que altres tècniques més convencionals com els vectogrames.

Daum et al (1987), demostren que la teràpia visual automatitzada dona resultats més efectius que els obtinguts en la teràpia tradicional mitjançant prismes, estereoscòpis i vectogrames. Dins del mateix estudi, Daum et al (1987) mostren que és preferible sessions curtes i freqüents vers llargues i espaiades.

Cooper et al (1983) demostra l'habilitat del RDS per a eliminar certs símptomes associats a la insuficiència de convergència com l'astenopia o la disparitat de fixació. Cooper et al (1987) demostren efectes similars amb una teràpia automatitzada dirigida a problemes acomodatius.

La teràpia visual computeritzada també sembla resultar efectiva per als pacients que fallen a la teràpia visual tradicional. Cooper (1988) reporta que pacients amb anomalies en les vergències que no responen als mètodes tradicionals, són tractats exitosament mitjançant teràpia visual computeritzada. En un estudi amb un grup de pacients amb insuficiència de convergència, Kertesz & Kertesz (1982) troben que un 80% dels pacients van augmentar significativament les amplituds fusionals acompanyat d'una reducció dels símptomes.

En comparació a la teràpia visual tradicional, Sommers et al (1984) afirmen que la teràpia visual computeritzada mostra resultats més ràpids i complets sobre els pacients amb anomalies binoculars. Això és reafirmat per Griffin (1987) qui, a més, afegeix que la teràpia visual computeritzada disminueix la necessitat d'experiència de l'optometrista, millora la motivació i confiança del pacient disminuint, així, la durada de la teràpia.

Goss et al (2007), realitzen un estudi per a determinar l'efecte de la normalització de les vergències, acomodació i moviments oculars sobre la lectura, mitjançant teràpia visual computeritzada. L'aplicació utilitzada és el *Home Therapy System* (HTS), que, serà descrita a continuació. L'estudi fou realitzat amb estudiants de tercer de primària. Els resultats demostren que els estudiants del grup experimental milloren les seves habilitats lectores en dos anys respecte els estudiants del grup control.

L'HTS és una eina de teràpia visual per a l'ús domèstic. Permet pot tractar disfuncions de la binocularitat com problemes de vergències, motilitat ocular i fins i tot, a diferència d'altres programes com el CVS (Programa enfocat al tractament de disfuncions de vergències.), disfuncions acomodatives incorporant el model de condicionament operant (Co & Hoover 2015) . Segons Cooper, (2007) l'HTS té un mode automàtic on el programa, mitjançant intel·ligència artificial, dirigeix la teràpia del pacient segons els seus resultats, és a dir, si el pacient no és capaç de respondre correctament a una activitat, el programa disminuirà la dificultat de la tasca adaptant-ho al nivell adequat (figura 2.4). O si pel contrari, la tasca no presenta cap dificultat pel pacient, aquesta serà substituïda per una altre, fent treballar un aspecte més fluix.

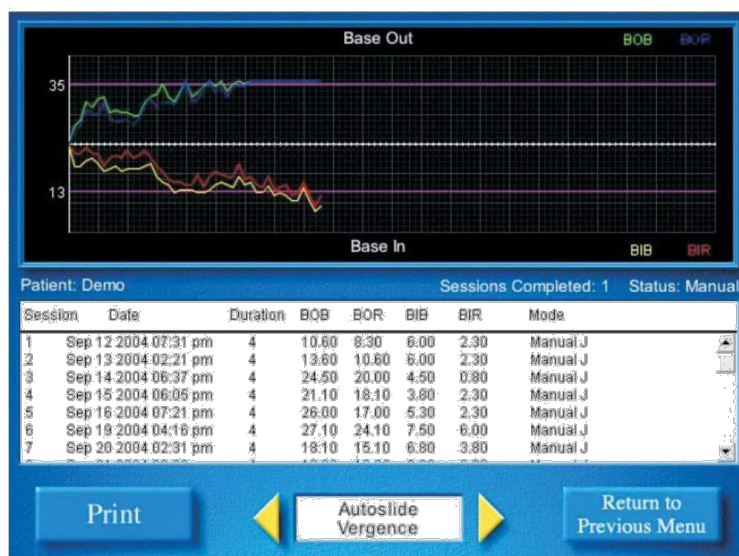


Figura 2.4. Evolució al llarg del temps de les vergències d'un usuari d'HTS. (Cooper 2007).

Huston et al (2015) demostren els beneficis de l'ús del programa de teràpia visual enfocat al tractament de disfuncions de vergències CVS, per a la reducció de símptomes en casos d'insuficiència de convergència en nens. L'estudi es basa en una ampla mostra de 186 participants amb una mitjana de 9 anys, diagnosticats de insuficiència de convergència. Un 39% dels participants presenta diplopia i un 98% astenopia. Després de 6 setmanes de teràpia, el 93% dels participants reporten la desaparició total dels símptomes associats.

L'ús de la teràpia visual computeritzada, com la teràpia visual tradicional, no es limita al tractament de disfuncions de la visió. A altres àmbits com l'esport també es beneficia de l'entrenament de les habilitats visuals per a millorar l'actuació dels atletes. Krasich et al., (2016), demostren la millora en tasques amb una alta demanda de control viso motor mitjançant teràpia amb Nike SPARQ. Aquest software és una de les anomenades *estacions sensorials* que presenten, com podem observar a la figura 2.5, un seguit d'exercicis per a millorar els aspectes de la visió determinants per al bon rendiment esportiu o militar. El software Nike SPARQ treballa aspectes perceptius, sensitius i fisiològics de la visió com l'agudesa visual, la percepció espacial, la flexibilitat d'acomodació o la sensibilitat al contrast.

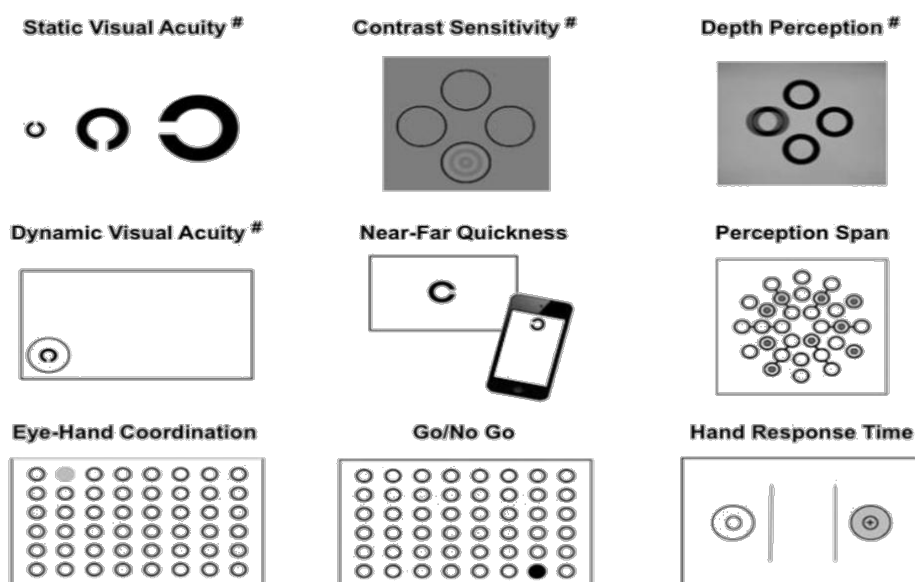


Figura 2.5 Mostra dels aspectes treballats amb la bateria d'entrenament visual Nike SPARQ. Podem veure que treballa tant aspectes d'eficàcia visual, viso motors com viso perceptius (Krasich et al 2016).

Per acabar, Visionary es una plataforma digital semblant al Brain VT, que es basa en les aventures de L'Eva i el seu gos Bowie per participar en un campionat caní. Esta dissenyat per tractar l'agudesa visual i la visió binocular còmodament des de casa, sempre amb la supervisió d'un especialista i també des de el centre d'optometria. Té exercicis específics per estrabismes i ambliopies. Es requereix l'ús de ulleres anaglífiques.

• OBJECTIUS

1. Descriure les característiques visuals i percepto-cognitives d'infants amb problemes d'aprenentatge.
2. Dissenyar, adaptar i posar a punt un programa d'entrenament visual i percepto-cognitiu amb la plataforma Brain VT per l'escola Vedruna Vall de Terrassa.
3. Aplicar de forma preliminar el programa d'entrenament Brain VT per la mostra de nens amb problemes d'aprenentatge.

• MÈTODE

.1. Participants

Tenim una mostra de 5 nens d'edats compreses entre els 10-12 anys, del del col·legi Vedruna-Vall de Terrassa integrants del programa SEP (Suport Escolar Personalitzat). Entre ells trobem subjectes que presenten casos de TDAH, dislèxia i síndrome d'asperger.

.2. Material

Ordinador personal HP amb sistema operatiu Windows, connexió a internet i plataforma d'entrenament visual Brain VT, una eina multidisciplinar, més dinàmica, moderna i atractiva, que permet als professionals de diferents àmbits treballar habilitats en nens i adults a través de la gamificació.

.2.1. Tests

Per avaluar el rendiment visual i perceptual:

- **Test de Snellen** per a valorar l'agudesa visual.

- **Ocluser** per a realitzar el cover test
- **Optotip d'agudesa visual 0.8 en visió propera** per avaluar el punt pròxim de convergència (PPC) i punt pròxim d'acomodació (PPAc).
- **Flipper +2.00/-2.00** per a la valoració de la flexibilitat d'acomodació en visió propera.
- **Test RANDOT amb ulleres polaritzades** per a l'avaluació de l'estereopsi (St).
- **Development Eye Movement Tests (DEM)** (Garzía, Richman, Nicholson & Gaines, 1990) per a determinar l'estat de les habilitats oculomotores.
- **TVPS (test of visual-perceptual skills).**

.2.2. Brain VT.

Brain VT és el resultat de la fusió entre les noves tecnologies i la teràpia visual convencional. Brain VT està basat amb el concepte de gamificació, és a dir, l'ús de mecanismes propis dels jocs dins d'un entorn lúdic, amb l'objectiu de potenciar la motivació, concentració, esforç, fidelització i altres valors positius propis dels jocs per una aplicació no lúdica.

Quan iniciem Brain VT se'ns presenta la interfície d'un videojoc amb en *Brainie* (un mussol) com a protagonista. Cada usuari tindrà el seu perfil amb un avatar modificable mitjançant els punts obtinguts amb el correcte desenvolupament de la teràpia.

La plataforma Brain VT funciona amb intel·ligència artificial (IA). Aquesta, valora els resultats del pacient a les diferents proves i, per tant, l'estat de les habilitats treballades. Amb aquests valors, planeja el desenvolupament de l'entrenament. És a dir, la IA elimina, repeteix amb menys freqüència o augmenta la dificultat de les proves que no presenten cap mena de dificultat pel pacient i/o dona més èmfasi els jocs que més dificultats presenten, treballant així prioritàriament les habilitats visuals menys assolides. Podem evidenciar-ho a la figura 4.1.



Figura 4.1 Evolució definida per la intel·ligència artificial dels paràmetres en la prova “Dispara sin punteria”.

El desenvolupament de la teràpia és supervisat per l’optometrista, qui amb una altre interfície pot observar els resultats, augmentar o disminuir el temps de sessió, eliminar o afegir proves per a treballar determinades habilitats... Podem observar les interfícies de resultats a la figura 4.2.

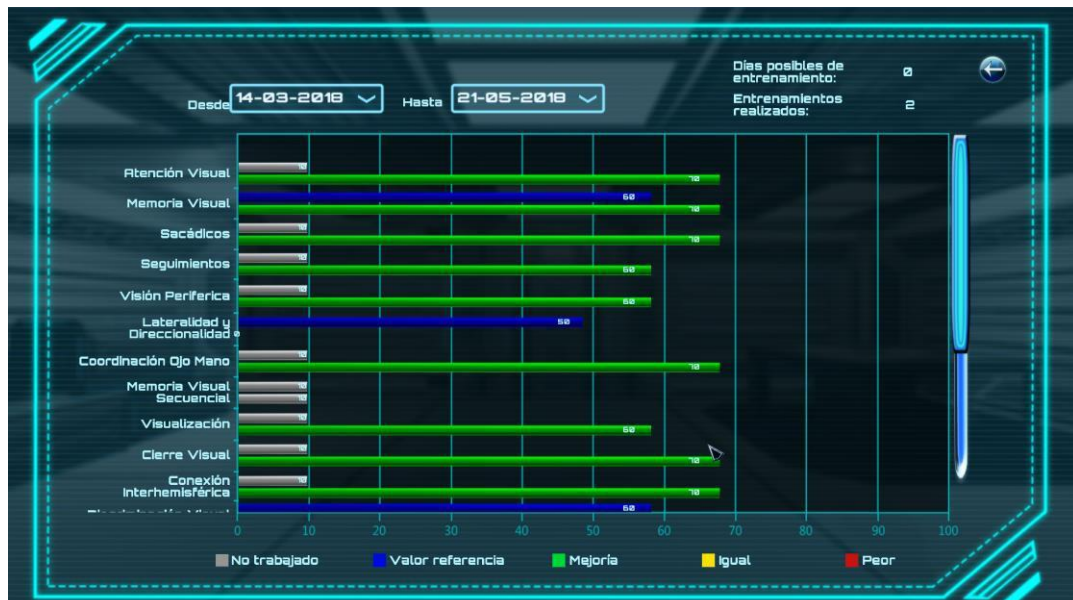


Figura 4.2 Interfície on és mostra l’evolució del pacient dins d’un rang de temps determinat.

Brain VT és una plataforma multidisciplinària formada per cinc programes enfocats a diferents objectius específics. Podem veure'ls a la figura 4.3. Nosaltres utilitzarem el programari Brain VT Pro.



Figura 4.3 Components de la plataforma Brain VT. Podem observar l'amplitud del projecte i l'especificació en l'aplicació de la teràpia visual computeritzada. Imatge cortesia Enric Bach

Brain VT Pro ens permet entrenar un total de 19 habilitats visuals, mitjançant 61 proves diferents. Com podem veure a la figura 4.4, l'optometrista pot personalitzar i parametritzar segons conveniència la duració màxima de la sessió, les habilitats a entrenar, les proves amb que les entrenarà i la freqüència amb la que seran treballades.



Figura 4.4 Programació d'entrenament personalitzat on podem observar, a l'esquerra algunes de les habilitats a entrenar, a la dreta les proves corresponents a l'habilitat seleccionada i els paràmetres a modificar.

Les sessions de teràpia Brain VT consisteixen en un període de temps, determinat per l'optometrista, on es succeeixen una sèrie de jocs. Abans de començar, es presenten les

instruccions a seguir amb les pautes d'escriptura i maquetació de lectura fàcil, és a dir, utilitzant un llenguatge planer, frases curtes, alineant el text a l'esquerra... Es faciliten alhora les instruccions en format auditiu. El pacient pot triar, si s'escau, observar una demostració del joc.

Un cop comprés el funcionament del joc cliquem a jugar i, acte seguit, se'ns presenta la interfície del joc. Com podem observar a la figura 4.5, la interfície està composta de la pantalla on apareix el joc i una barra inferior amb el temps disponible per realitzar l'activitat, els intents restants i altres paràmetres. Un cop realitzada la prova, sortirà una nova interfície on se'ns mostren els punts guanyats i el nombre d'errors i encerts realitzats durant l'execució de la prova.

Vindrà acompanyat d'una llum verda amb un missatge auditiu felicitant al jugador si la realització ha estat correcte i s'han complert els objectius. Si per contra, la realització ha sigut errada, apareixerà la pantalla de color vermell i un missatge auditiu exposant que no ha realitzat la prova correctament i incentivant-lo a fer-ho millor, aplicant així el condicionament operant. El condicionament operant també hi serà present amb el nombre de punts obtinguts, ja que seran proporcionals a l'actuació del pacient durant la realització de la prova.



Figura 4.5. Interfície del joc "sumas" durant una sessió de teràpia mitjançant Brain VT pro.

Succèit el primer joc, el procés es repetirà fins que s'exhaureixi el temps de la sessió. Un cop acabada, el jugador tornarà a la seva "nau". Dins d'aquest menú i mitjançant els punts obtinguts, podrà decorar-la, essent un altre estímul motivacional. Brain VT Pro presenta un seguit d'objectius, l'assoliment d'aquests comporta l'obtenció d'un trofeu virtual (Bach & Motlló, 2018; Bach, Motlló & Quevedo, 2017).

.3. Instal·lacions

El col·legi Vedruna Vall ubicat al carrer La Vall a la ciutat de Terrassa, a part de ser l'origen dels subjectes de l'estudi, vam utilitzar les seves instal·lacions per a realitzar l'avaluació preliminar i l'entrenament.

Les instal·lacions utilitzades són les següents:

Per a la realització del l'avaluació preliminar, vam utilitzar l'aula de descans del col·legi Vedruna Vall, ja que compta amb l'espai suficient per realitzar la presa d'agudeses visual i refracció amb una distància adequada.

El tractament va ser realitzat a l'aula de informàtica del col·legi Vedruna Vall.

.4. Procediment

.4.1. Reunió informativa amb el centre.

Presa de contacte i reunions informatives amb el psicopedagog del centre on li proporcionem les cartes informatives i de consentiment

.4.2. Cribratges de les mostres.

Realització de dos cribratges:

Cribratge d'una mostra de 5 nens d'edats compreses entre 10-12 anys . Tots ells pertanyen al programa SEP per infants amb problemes d'aprenentatge. Els tests es van realitzar durant 3 sessions de 1:30 hores aproximadament.

Aquest cribratge consistia en una bateria de proves amb un ampli espectre, on es valoraven des d'aspectes oculomotors fins a aspectes viso perceptius, passant per binocularitat i acomodació:

- **Valoració de l'agudeses visual habitual**

Determinació de la màxima agudeses visual amb la correcció habitual, tant en condicions binoculars com monoculars, mitjançant la carta d'snellen a cinc metres.

- **Valoració del punt proper de convergència (PPC)**

Amb el mètode “*Pencil push up*”. Practiquem la prova tres cops i prenem el tercer resultat (Borràs et al 1997).

- **Valoració del punt proper d’acomodació (PPAc)**

Utilitzant el test d’agudeses visual en visió propera pel mètode de Donders (Sterner, Gellerstedt & Sjöström 2004).. Practicarem la prova en condició binocular. Si els resultats de la prova eren superiors a vuit centímetres, la repetíem monocularment.

- **Valoració de la flexibilitat d’acomodació**

Vam valorar la flexibilitat d’acomodació en visió propera mitjançant un Flipper amb lents de +2.00/-2.00. Fèiem observar a l’infant un optotip corresponent a una agudeses visual de 0,8. Si el resultat era inferior a 12 cicles per minut, repetim la prova en condicions monoculars.

- **Valoració de l’esteropsi.**

Mitjançant les ulleres polaritzades i el Test Randot. Vam presentar un seguit de làmines a 40 cm de l’infant. La primera lamina presentava una figura que amb l’ajuda de les ulleres es podia veure una papallona en 3D. La seguen lamina presentava 10 figures, cada una amb 4 cercles al seu interior on un estava en 3D. La demanda d’estereopsi augmentava progressivament cada dues figures.

- **Valoració dels moviments sacàdics i seguiments**

Mitjançant el test DEM consistent en 3 làmines de números vàrem avaluar els moviments oculars sacàdics. Començarem amb la lectura de dues làmines compostes per dues columnes de 20 números cada una i, acte seguit vam sumar el temps de lectura vertical d’ambdues làmines. Vam continuar amb l’avaluació del temps de lectura horitzontal de 80 números amb la tercera làmina. Mentre es desenvolupava la prova, vam estar atents als errors. Amb aquests errors, vam determinar el temps de lectura real. Un cop obtinguts els valors ajustats, els vàrem dividir obtenint la ràtio.

.4.3. Realització d' informes personalitzats.

Un cop realitzades les proves, vam valorar els resultats dels exàmens visuals duts a terme segons els següents aspectes:

- **Agudesa visual sense correcció**

Vam marcar el llindar de normalitat al 100% de l'agudesa visual (ONCE, 2018)

- **Habilitats oculomotores.**

Vam considerar que el subjecte no presentava unes habilitats oculomotores precises i fines si apareixen els següents supòsits: Si el resultat en la prova lectora en el DEM era de tipus II o IV (Taula 4.1).

TIPOLOGIA	TEMPS HORITZONTAL	TEMPS VERTICAL	RÀTIO	AFECTACIÓ
I	Normal	Normal	Normal	Cap
II	Elevat	Normal	Elevat	Oculomotora
III	Elevat	Elevat	Normal	Viso-verbal
IV	elevat	Elevat	Elevat	Viso-verbal i oculomotora

Taula 4.1 Tipologies de DEM (Garzía, Richman, Nicholson & Gaines, 1990).

- **Acomodació**

Vam considerar que l'infant presentava una anomalia acomodativa si els resultats d'amplitud d'acomodació eren inferiors al resultat de la formula d' Hofstetter (1944).

Podem observar els valors de normalitat a la taula 4.2

EDAT	Valor de normalitat ($18,5 - 1/3 \times \text{edat}$)
9	15,5D - 6,4 cm
10	15D - 6,5 cm
11	14,75D - 6,7 cm

12	14,5D - 6,8 cm
13	14D - 6,9 cm

Taula 4.2 Valors de normalitat d'amplitud d'acomodació segons la formula d' Hofstetter (1944).

Per la flexibilitat d'acomodació monocular vam valorar els resultats inferiors a 12 cpm com a anòmals i com a binoculars inferiors a 9cpm (Hoffman & Rouse 1980).

- **Binocularitat.**

Vam considerar que el subjecte presentava una disfunció de la binocularitat si observàvem alguna desviació en forma de tròpia en la realització del cover test. La valoració de la binocularitat va ser complementada amb els resultats del PPC i l'avaluació de l'estereòpsi, amb un valor de normalitat de 60'' d'arc (Pacheco 1996).

Pel PPC vam marcar un valor esperat de ruptura fins a 10 cm per a considerar una possible insuficiència de convergència (Scheiman & Wick 2008).

- **Percepció visual**

Vam considerar l'existència de problemes viso perceptius si els resultats presentats eren inferiors als percentils de normalitat en algun dels aspectes avaluats. Els percentils de normalitat pel test viso perceptiu TVPS són entre el 16% i 75%. (Brown & Felton, 1990; Torgeson, 2000).

.4.3. Disseny del tractament individualitzat mitjançant la plataforma Brain VT

El programa d'entrenament es va dissenyar amb l'ajuda de l'optometrista Enric Bach, creador de la plataforma.

Donat el llarg espectre de procediments específics que ens ofereix aquesta eina per a treballar una gran quantitat d'habilitats visuals, vam fer una tria d'aquestes valorant els resultats i els informes de l'avaluació prèvia.

Finalment, vàrem decidir realitzar un entrenament diari de 25 minuts compost per 28 exercicis amb les que s'entrenen 12 habilitats:

- **Atenció visual**

Mitjançant els jocs:

Dispara sin punteria: Un estímul es mostra durant un instant al centre de la pantalla i posteriorment, apareix amb distractors a l'esquerra d'aquesta. Un cop l'objecte target comenci a prendre moviment, haurem de clicar la tecla espaiadora.

Hacia donde giran estático: Es presenta l'estímul a observar durant un instant a la pantalla d'instruccions, acte seguit s'haurà d'identificar el sentit cap on gira entre elements distractors.

- **Memòria Visual**

Treballarem aquesta habilitat mitjançant :

ABC con palabras: Se'ns mostra una paraula al centre de la pantalla per un instant. Després apareix una matriu de lletres on haurem de clicar les lletres adients per compondre la paraula anteriorment presentada.

Memory: Joc on es presenten diverses cartes cobertes amb estímuls que s'hauran de descobrir per emparellant-les.

Luces: Seguint el mecanisme del "Simon says", veurem un seguit d'estímuls lluminosos que haurem de memoritzar i repetir clicant en l'ordre correcte.

- **Sacàdics**

Entrenem els moviments oculars sacàdics mitjançant els exercicis:

Ordena los números sin memoria: Una sèrie de números apareixeran a la pantalla.

Haurem de clicar-los en ordre ascendent.

Mensaje secreto: Haurem de desxifrar el missatge secret buscant les lletres corresponents a les coordenades esmentades a l'enunciat.

Pulsa todos los estímulos: Se'ns presentarà un estímul al centre de la pantalla per un instant. Acte seguit, haurem de clicar-lo seguint el ritme del metrònom i evitant elements distractors.

- **Seguiments**

Entrenarem els seguiments mitjançant els continguts:

E y C: Una lletra E o C es mostra a la pantalla d'instruccions. Després, se'ns presentarà a la pantalla on, entre elements distractors, haurem de determinar la seva direcció i

sentit. Tan la lletra objectiu com la lletra distractor estaran en constant moviment per tota la pantalla.

Hacia donde giran las pelotas (dinámico): Una pilota apareix a la pantalla d'instruccions. Haurem de determinar en quin sentit gira entre elements distractors. Tan l'estímul objectiu com els distractors estaran en constant moviment per tota la pantalla

Pulsa todos los números: Se'ns donarà l'ordre a la pantalla d'instruccions de clicar tots els nombres parells o senars que apareguin a la pantalla. Posteriorment se'ns presentaran un seguit de nombres en moviment que haurem de clicar, segons les instruccions anteriorment esmentades, seguint el ritme del metrònom.

- **Lateralitat**

Entrenarem els aspectes de lateralitat mitjançant l'exercici:

Pulsa los estímulos (dinámico): Se'ns mostrarà un estímul al centre de la pantalla i se'ns determinarà un sentit (dreta o esquerra). Haurem de clicar, seguint el ritme del metrònom, tots els estímuls que es moguin en aquella direcció.

- **Ull – Mà**

Entrenarem la relació ull-mà mitjançant la prova:

Dispara con puntería: Un estímul apareixerà al centre de la pantalla i, acte seguit es tornarà a presentar a la part superior acompanyat d'elements distractors. Nosaltres controlarem una nau espacial amb la que podrem disparar i moure'ns en una direcció. Els estímuls aniran caient. Per superar la prova haurem d'encertar l'estímul i evitar els elements distractors. Aquesta prova és assimilable a un videojoc d'acció.

- **Tancament visual**

Treballem aquest aspecte viso-perceptiu mitjançant les aplicacions:

Formas sin memoria: Se'ns presentarà un estímul a la part superior de la pantalla i a la part inferior tres opcions inicialment en blanc. Aquests tres objectes, paulatinament, s'aniran composant formant en un d'ells l'estímul target. Haurem de clicar l'estímul adequat amb la màxima celeritat possible.

Formas con memòria: El funcionament és similar a l'aplicació anterior, però, en aquest cas l'estímul objectiu apareixerà per un instant al centre de la pantalla. Doncs, l'haurem de memoritzar i identificar-lo treballant, també, la memòria visual.

Formas similares sin memòria: El funcionament serà força semblant a la prova *Formas sin memoria*, però en aquest cas les opcions que se'ns presentaran seran similars entre

elles. **Palabras partidas:** Se'ns presentarà una paraula mig tapada per un obstacle. Haurem de seleccionar la paraula anteriorment presentada d'entre 6 opcions similars.

- **Connexió inter hemisfèrica**

Entrenarem la connexió inter hemisfèrica mitjançant la següent prova:

Colores: Haurem de classificar un seguit de paraules de colors dins del contenidor adient.

Ho veiem clarificat a la figura 4.6.



Figura 4.6 Interfície del joc "colores" per treballar la connexió Inter hemisfèrica.

- **Discriminació Visual**

Entrenem l'aspecte viso-perceptiu de discriminació visual amb les proves:

Discriminación visual con formas: Un estímulo patró apareix a la part superior de la pantalla. A la part inferior trobem un seguit d'objectes. Haurem d'identificar els diferents del target.

¿Donde están las pelotas?: Apareixen pilotes per tota la pantalla de manera estàtica. Algunes d'aquestes pilotes pampallugaran durant un instant. De sobte, començaran a moure's per la pantalla durant un cert temps. Haurem de seguir-les i seleccionar-les un cop acabi el moviment.

- **Càlcul Mental**

Entrenem les habilitats de càlcul mental mitjançant els exercicis següents:

Sumas: Un resultat apareixerà a la pantalla d'una calculadora i mitjançant diferents números haurem de fer l'operació adient per sumar i assolir-lo.

Restas: Funcionament idèntic a l'anterior exercici però en aquest cas haurem de restar per trobar el resultat.

Multiplificaciones: Funcionament similar a ambdós exercicis anteriors. Haurem de multiplicar els números adients per assolir el resultat.

- **Raonament numèric**

Entrenem les habilitats de raonament mitjançant els jocs:

Extremos (amb el que també treballarem els moviments sacàdics.): Haurem d'identificar el més elevat i el més petit d'una sèrie de números.

Par y impar: Se'ns presentaran un seguit de números i haurem de classificar-los en dos contenidors segons si són parells o senars.

- **Constància de forma**

Entrenem l'aspecte viso-perceptiu de constància de forma mitjançant les proves

Constancia de forma con palabras: Un seguit de lletres objectiu apareixeran a la part superior de la pantalla. Haurem d'identificar-les a la part inferior de la pantalla on podran estar girades o presentar una mida diferent.

Constancia de forma: El funcionament de la prova serà idèntic a la prova anterior però en aquest cas els estímuls seran pilotes.

.4.4. Instal·lació del programari pel desenvolupament de l'entrenament

La instal·lació del programari necessari per l'entrenament, es va realitzar a l'aula informàtica del centre. Vam decidir instal·lar-ho en sis ordinadors personals portàtils, cinc d'aquests pels alumnes i un restant per si presentava algun incident. Els ordinadors van ser proporcionats pel mateix centre.

Durant aquest procés vam tenir varis contratemps que van endarrerir notablement el desenvolupament de l'estudi.

El primer lloc, el problema va ser amb la coordinació amb el centre, ja que el psicopedagog no tenia disponibilitat horària i a més a més va haver de viatjar per temes de feina.

En segon lloc, un altre dels problemes, van ser les sortides/excursions i competècies bàsiques dels nens.

En tercer lloc, el problema es va donar en la baixada del programari, ja que es va instal·lar correctament però la xarxa del col·legi no podia suportar la instal·lació del programa i es quedava penjat l'ordinador. Decidim provar amb el programa d'instal·lació més antiga, veiem que funciona i per tant procedim a començar les activitats.

.4.5. Realització de l'entrenament

Realització de 6 sessions PRESENCIALS de teràpia visual (seguiments, sacàdics, discriminació i tancament visual, constància de forma, memòria visual, càlcul i raonament numèric) amb procediment personalitzat i adaptat a l'evolució de cada pacient mitjançant la plataforma online Brain VT i la seva intel·ligència artificial.

• RESULTATS

.1. ALUMNES AMB NECESSITATS ESPECIALS

La mostra estava composta de 5 subjectes, 1 noia i 4 nois amb edats compreses entre els 10 i 12 anys.

.1.1. Eficàcia visual

• Agudesia visual

Els valors de l'agudesia visual els expressarem en tant per cent. El valor del 100% equival a la màxima agudesia visual. En aquest cas 3 dels subjectes arriben a l'agudesia visual òptima, els altres dos tenen una agudesia visual de aproximadament el 90%.

SUBJECTE	1	2	3	4	5
AV UD	1	0,9	1	1	0,9 -
AV UE	1	1	1	0,9	1
AV BINOCULAR	1	1	1	1	1-

Taula 5.1 Anàlisi de l'agudesia visual.

• Cover test en visió llunyana

3 dels subjectes presenten condició d'exofòria, la resta mostra condició d'ortofòria.

• Cover test en visió pròxima

L'exofòria apareix en un 100% dels subjectes.

SUBJECTE	1	2	3	4	5
----------	---	---	---	---	---

CT VL	Ortoforia	Exofovia baixa	Ortoforia	Exofovia	Exofovia baixa
CT VP	Exofovia baixa	Exofovia	Exofovia	Exofovia	Exofovia baixa

Taula 5.2 Recollida de les dades del Cover Test.

- Estereoagudesa**

L'estereòpsi majoritàriament és bona en tots els subjectes que ja que arriben a valors mitjans del 32" d'arc, exeptuant dos casos en els que estan al voltant dels 63" d'arc.

SUBJECTE	1	2	3	4	5
ESTEREOPSIS	20" d'arc	32" d'arc	63" d'arc	63" d'arc	32" d'arc

El valor mitjà d'estereogudesa dins dels valors de normalitat, en segons d'arc, de la nostra mostra es de 60" d'arc.

Taula 5.3 Resultats de la prova d'estereopsis en segons d'arc..

- PPC**

El valor mitjà de ruptura del PPC que vem establir per sospitar d'una possible insuficiència de convergència era de 10 cm. La ruptura del PPC, en el 100% dels subjectes s'ajusta als valors de normalitat.

- Habilitats acomodatives**

Els resultats obtinguts en l'avaluació de les habilitats acomodatives són molt variants. Pel que fa a l'amplitud d'acomodació tots estan dins del valor que considerem com a valor mínim de ruptura per començar a sospitar d'una possible insuficiència d'acomodació que és 10 cm.

Respecte a la flexibilitat d'acomodació tenim els representats en la taula 5.4. Tots els resultats de la flexibilitat d'acomodació monocular i binocular es troben sota el valor òptim que és 12cpm i 9 cpm respectivament. També es pot apreciar que hi ha un subjecte amb els valors esperats.

		SUBJECTE 1	SUBJECTE 2	SUBJECTE 3	SUBJECTE 4	SUBJECTE 5
FLEXIBILITAT D'ACOMODACIÓ	MONOCULAR	9 / 9cpm	3 / 5cpm	14 / 14cpm	10 / 10cpm	7 / 7cpm
	BINOCULAR	10 cpm	6 cpm	10 cpm	7 cpm	4 cpm

a

5.4 Anàlisi estadístic descriptiu dels diferents resultats de flexibilitat d'acomodació.

- **DEM**

En la majoria de casos tenim els valors dins la normalitat per l'edat. Tal i com podem observar en la taula 5.5, en el cas 3 tenim uns valors de temps real horitzontal i ratio elevats; el cas 4 tenim uns valors de temps real tant vertical com horitzontal elevats i un ratio normal.

SUBJECTE	1	2	3	4	5
TEMPS VERTICAL REAL (en seg.)	39	45	43	40	31
TEMPS HORIZONTAL REAL (en seg.)	48	68	49	45	39
RATIO	1,23	1,51	1,14	1	1,27
EDAT	10	10	10	12	12
TIPOLOGIA	I	I	II	III	I

Taula 5.5 Resultats del DEM.

.1.2. Habilitats viso perceptives

- **TVPS**

Els resultats són bastant baixos i la majoria no arriba als mínims esperats per l'edat. Els apartats de discriminació i memòria visual són els que tenen un percentil més baix en tots els casos.

Dins la figura 5.6 podem observar l'anàlisi descriptiu dels diferents aspectes del TVPS:

SUBJECTE	1	2	3	4	5
DISCRIMINACIÓ VISUAL (%)	-	9	37	0,4	9
MEMORIA VISUAL (%)	-	63	16	0,1	9
RELACIÓ ESPACIAL (%)	-	63	84	9	75
TANCAMENT DE FORMA (%)	-	37	84	8	9

Taula 5.6 Anàlisi estadístic dels diferents aspectes avaluats amb el TVPS.

.1.3. Resultats del Brain VT

El programa Brain VT dona un resultat d'una manera molt subjectiva ja que depèn de cada exercici i persona. N'hem pogut extreure algunes dades sobre si després de fer l'exercici varis dies a sigut capaç de millorar aquell punt del entrenament o no.

	1		2		3		4		5	
	MILLORA	NO MILLORA	MILLORA	NO MILLORA	MILLORA	NO MILLORA	MILLORA	NO MILLORA	MILLORA	NO MILLORA
DISPARA SIN PUNTERÍA										
MEMORY										
ABC CON PALABRAS										
LUCES										
ORDENA LOS NÚMEROS SIN MEMORIA										
PULSA TODOS LOS ESTIMULOS										
HACIA DONDE GIRAN DINÁMICO										
E Y C DINÁMICO										
PULSA TODOS LOS NÚMEROS										
LATERALIDAD DINAMICA										
DISPARA CON PUNTERÍA										
CV FORMAS										
CV FORMAS SIMILARES										
PALABRAS PARTIDAS										
COLORES										
DISCRIMINACIÓ VISUAL CON FORMAS										
DÓNDE ESTÁN LAS PELOTAS										
CALCULADORA MULTIPLICACIONES										
CALCULADORA RESTAS										
CALCULADORA SUMAS										
PAR-IMPAR										
EXTREMOS										
CONSTANCIA DE FORMA										
CONSTANCIA DE FORMA PALABRAS										

Taula 5.7 Resultats del Brain VT per a cada subjecte.

• DISCUSSIÓ

.1. ALUMNES AMB NECESSITATS ESPECIALS

A continuació presentem la descripció de les característiques visuals i perceptives relatives a una mostra d'infants amb problemes d'aprenentatge d'edats compreses entre els 10 i 12 anys. Com a l'apartat anterior, els resultats obtinguts són analitzats segons el caire de l'habilitat avaluada.

.1.1. Habilitats visuals

• Binocularitat

Pel que fa la binocularitat, el CT, en visió pròxima i llunyana, PPC i la fòria de la majoria dels subjectes s'ajusten a la norma.

L' estereopsi mitjana s'ajusta bastnat a la normal.

Si valorem els resultats obtinguts al tres graus de binocularitat, podem dir que els assoleix la practica totalitat de la mostra.

- **Acomodació**

L'amplitud d'acomodació mitjana s'ajusta als valors de normalitat i no presenta una elevada desviació estàndard, tot i que els resultats són diversos ja que la majoria dels subjectes presenta una amplitud d'acomodació adequada als valors de normalitat per edat.

Per la flexibilitat d'acomodació observem una mitjana anòmalament baixa i només un dels subjectes s'ajusta a la norma. Això concorda amb la tesi de Hoffman (1980) on afirmava que el 83% dels infants amb dificultats d'aprenentatge presenten una flexibilitat acomodativa disminuïda.

- **Habilitats oculomotores**

Observant els resultats del DEM detectem unes habilitats oculomotores prou bones. Trobem el temps de velocitat lectora vertical, horitzontal i ratio elevats en 2 dels dels subjectes. Unicament el cas 4 i 5 tenen tipologies diferents a les esperades (tipologia I).

Els casos de TDAH, en general, presenten amb més freqüència disfuncions oculomotores, principalment en la precisió dels moviments sacàdics (Mostofsky et al 2001).

.1.2. Habilitats viso perceptives

- **TVPS**

Els subjectes amb dificultats en l'aprenentatge presenten disminuïdes la majoria d'habilitats viso perceptives avaluades.

Mattis et al (1975), determinen que un 15% dels individus dislèctics presenten problemes viso perceptius. Flax (1968), afirma que els subjectes dislèctics solen presentar problemes en la percepció de les formes.

Hung, Fisher & Sharon (1987), varen determinar que els infants amb problemes d'aprenentatge cometen més errors i necessiten més temps per realitzar l'avaluació viso perceptiva amb el TVPS. Hi ha una gran quantitat d'estudis que associen els problemes d'aprenentatge amb unes habilitats viso perceptives disminuïdes (Gross i Rothenberg 1979; Harris 1982; Rourke 1982; Waldron i Saphire 1992). Rutter (1978) afirma que els problemes viso perceptius són signe d'una falta de maduració general i sol anar associat a problemes en l'aprenentatge. Depenent de l'habilitat viso perceptiva disminuïda,

apareixeran dificultats en un cert aspecte; Per exemple, dèficits en memòria visual i seqüencial estaran associats a dificultats en les matemàtiques (Strang & Rourke 1985), o l'habilitat de relació espacial disminuïda sol dur associades dificultats en la lectura (Waldron & Saphire 1992), fet que s'ajusta als resultats obtinguts.

.1.3. Resultats del Brain VT

Els subjectes amb dificultats en l'aprenentatge presenten disminuïdes algunes de les habilitats avaluades, com són: la discriminació, el tancament o la memòria visual. Que coincideixen amb els resultats anòmals vists en la percepció visual. Totes les altres àrees treballades sembla han millorat amb l'ús del Brain VT. Per tant podem extreure que els infants amb problemes d'aprenentatge tenen unes dificultats més alevades en aquestes 3 àrees.

.2. Posta a punt i estudi preliminar amb la plataforma Brain VT

La instal·lació per realitzar l'entrenament dins l'escola és complicada ja que les condicions a nivell de xarxa i permisos d'usuari són molt diferents als que podem trobar a una llar qualsevol i, donat el caire domèstic de la plataforma, requerim de permisos d'administrador i una xarxa amb la velocitat necessària per executar l'aplicació. Tot i així, l'aplicació de Brain VT en un àmbit supervisat ha estat possible mitjançant alternatives poc convencionals com modificacions en l'instal·lació de les actualitzacions ja que fèiem servir la actualització antiga.

Brain VT ens ha permès crear un pla d'entrenament personalitzat segons les necessitats de la mostra, entrenant les habilitats que hem considerat adients al valorar l'avaluació prèvia i, amb la durada de les sessions determinada pel psicopedagog del centre de 30 minuts aproximadament.

Tot i que el caire preliminar de l'estudi no ens permet afirmar-ho, segons l'experiència al llarg dels entrenaments, hem pogut veure com els infants mostren una alta motivació i predisposició a l'hora de realitzar l'entrenament, mostrant així els beneficis de la gamificació.

Observant l'evolució de l'entrenament definit per la intel·ligència artificial, podem intuir una millora en les habilitats treballades ja que observem un canvi en els paràmetres de determinades proves que augmenten la seva dificultat.

Amb tot plegat, tot i amb la deguda prudència, podem fer una valoració preliminar positiva dels efectes de l'entrenament del programa Brain VT en les habilitats visuals i visoperceptives relacionades amb els problemes d'aprenentatge.

- **CONCLUSIONS**

- .1. ALUMNES AMB NECESSITATS ESPECIALS**

- .1.1. Eficàcia visual**

Els infants amb problemes d'aprenentatge presenten en la seva majoria unes habilitats acomodatives disminuïdes. La resta d'habilitats d'eficàcia visual s'ajusten als valors de normalitat establerts.

- .1.2. Habilitats viso perceptives**

Els infants amb problemes d'aprenentatge majoritàriament mostren unes habilitats viso perceptives disminuïdes.

- .2. Plataforma Brain VT**

Un cop adaptada a les característiques de l'aula de informàtica i la xarxa de l'escola Vedruna Vall, la plataforma Brain VT s'intueix com una eina eficaç a l'hora de complementar el tractament dels infants amb problemes d'aprenentatge tan a nivell viso perceptiu, com d'eficàcia visual. Les característiques motivacionals que pot aportar als infants amb problemes d'aprenentatge la gamificació d'una feina usualment feixuga i poc motivadora com és la teràpia visual a nivell domèstic, poden ser beneficioses a nivell d'esforç, fidelització i concentració.

- **COMPROMÍS ÈTIC I SOCIAL**

Seguint els principis ètics de la Declaració de Helsinki, redactada pel Consell d'Organitzacions Internacionals de les Ciències Mèdiques (1993), s'ha demanat el corresponent consentiment informat per escrit a les famílies dels alumnes avaluats de l'escola Vedruna Vall de Terrassa.

Totes les dades de caràcter personal seran eliminades de manera que s'eviti la identificació de l'interessat un cop assolida la finalitat en la qual es van recollir i/o registrar.

Cap de les dades recollides al llarg dels cribratges serà distribuïda per mitjans fraudulents, de lleials o il·lícits.

Com a responsable del fitxer, adopto totes les mesures necessàries i organitzatives per preservar la seguretat de les dades de caràcter personal i evitaré la seva alteració, pèrdua o accés no autoritzat.

Com a responsable del fitxer estic obligat al secret professional, respecte i deure de guardar les dades de caràcter personal que m'han sigut proporcionades.

• REFERÈNCIES

Achtman, R.L.; Green, C.S & Bavelier, D (2008). Video games as a tool to train visual skills.

Restor Neural Neurosci, 26 (4-5): 435-446.

American Psychiatric Association (2002). DSM-IV-TR. Diagnostic and statistical manual of mental disorders. *Text revision (4th. Ed.)*. Barcelona: Masson.

American Optometric Association Concensus (1998) Panel with Accommodative and Vergence Dysfunction. Care of the Patient with Accommodative and Vergence Dysfunction. *Optometric Clinical Practice Guidelines*. St.Louis: AOA.

Ansons, A. M., Davies, H., Mein, J., & Wiley InterScience (Online service). (2001).

Diagnosis and management of ocular motility disorders. *Blackwell Science*.

Bach, E; Motlló, P; Quevedo, LL (2017) Enhancement of cerebral abilities by an artificial intelligence-customized visual therapy program. *Optom Meeting Academy 2017. Consejo General de Opticos-Optometristas y European Academy of Optics and Optometry. Barcelona 12-14 May*

Bach E; Motlló M (2018). Amblyopia without occlusion: New ways of treatments. 19th Global Ophthalmology Summit. Berlin: Conferenceseries LLC. 26-27 February

Bahill, AT. Ciuffreda, KJ. Kenyon, R. et al. (1977). Dynamic and static violations of Hering's law of equal innervation. *Am J Optom Physiol Opt*. 53:786-96.

Bakker, D.J, Bouma, A, & Gardien, C. (1990). Hemispherespecific treatment of dyslexia subtypes: a field experiment. *Journal of Learning Disabilities*, 2, 433-438.

Bakker, D.J. (1992). Neuropsychological classification and treatment of dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 25, 102-109.

Barkley, R. A. & Murphy, K. R. (2005). Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: A Clinical Workbook, Vol 2. New York: The Guilford Press.

Biederman, J. (2004). Attention-deficit/hyperactivity disorder: A selective overview. *Biological psychiatry*, 57 (11), 1215-1220.

Biscaldi, M. Fischer, B. Hartnegg, K. (2000) Voluntary saccadic control in dyslexia.

Perception, vol. 29, no 5, p. 509-521.

Boder, E. (1973). Developmental dyslexia: A diagnostic approach based on three atypical reading-spelling patterns. *Developmental Medicine & Child Neurology*, vol. 15, no 5, p. 663-687.

Borràs, MR. Gispets, J. Ondategui, JC. Pacheco, M. Sánchez, E. Varón C. (1997) Visión binocular, diagnóstico y tratamiento. 45

Borsting E. (1991) Measures of visual attention in children with and without visual efficiency problems. *J Behav Optom* 2:151 -6

Borsting, E. et al. (1996) The presence of a magnocellular defect depends on the type of dyslexia. *Vision research*, vol. 36, no 7, p. 1047-1053.

Borsting E, Mitchell GL, Kulp MT, Scheiman M, Amster DM, Cotter S, et al. (2012) . Improvement in academic behaviors after successful treatment of convergence insufficiency. *Optom Vis Sci.* 89 (1):12-18.

Brown, IS. Felton, RH. (1990). Effects of instruction on beginning reading skills in children at risk for reading disability. *Read Writ: Interdis J*, 2:223- 41

Castellanos, FX. Marvasti, FF. Ducharme, JL. (2000) Executive function oculomotor tasks in girls with ADHD. *J Am Acad Adolesc Psychiatry*, 39:644- 50.

Ciuffreda, K. J. (2002). The Scientific Basis for and Efficacy of Optometric Vision Therapy in Nonstrabismic Accommodative and Vergence Disorders. *Optometry*, 73:735-62.

Ciuffreda, K.J. & Goldrich, S.G. (1983). Oculomotor biofeedback therapy. *Int Rehab Med*, 5:111-7

Cohen, A.H. & Rein, L.D. (1992). The effect of head trauma on the visual system: the doctor of optometry as a member of the rehabilitation team. *J Am Optom Assoc*, 63: 530-536.

Cohen, JE.; Green, CS & Bavelier, D.(2009) Training visual attention with video games: Not all games are created

Co, P. A. H., & Hoover, D. L. (2015). Treatment of symptomatic convergence insufficiency with home-based computerized vergence system therapy in children. *Journal of AAPOS*, 19(5), 417–421. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2015.06.004>

Cooper J. (1988). Review of computerized orthoptics with specific regard to convergence insufficiency. *Am J Optom Physiol Opt*, 65:455-63.

Cooper, J. (2007). Computerized Vision Therapy For Home And Office Treatment of Accommodative & Vergence Disorders & Amblyopia. *Journal of Behavioral Optometry*, 18(4), 88–93.

Cooper J, Feldman J. (1980). Operant conditioning of fusional convergence ranges using random dot stereograms. *Am J Optom Physiol Opt*, 57:205-9

Cooper J, Feldman J, Selenow A, et al. (1987) Reduction of asthenopia after accommodative facility training. *Am J Optom Physiol Opt*, 64:430-36.

Cooper J, Selenow A, Ciuffreda KJ, et al. (1983). Reduction of asthenopia in patients with convergence insufficiency after fusional vergence training. *Am J Optom Physiol Opt*, 60:982-89, 83-13.

Corbetta, M. Abudak, E. Conturo, TE. (1998). A common network of functional áreas for attention and eye movements. *Neuron*, 21:761- 73.

Daum KM, Rutstein RP, Eskridge JB. (1987) Efficacy of computerized vergence therapy. *Am J Optom Physiol Opt*, 64:83-9.

Davis, CE. (1956). Orthopic treatment in convergence insufficiency. *J Can Med Assoc*. 55:47- 49.

Daugherty KM, Frantz KA, Allison CL& Gabriel HM. (2007). Evaluating Changes in Quality of Life after Vision Therapy Using the COVD Quality of Life Outcomes Assessment. *Optom Vis Dev*, 38(2):75-81.

Destefano M, Gray WD. (2007). Use of complimentary actions decreases with expertise. *CogSci*, Abstract

Deveau, J., Lovcik, G. & Seitz, A.R. (2014). Broad-based visual benefits from training with an integrated perceptual-learning video game. *Vision Research*, 99: 134–140

Eames, TH (2014) A Comparison of the Ocular Characteristics of Unselected and Reading Disability Groups, *The Journal of Educational Research*, 25:3 211-215, DOI: [10.1080/00220671.1932.10880255](https://doi.org/10.1080/00220671.1932.10880255)

Eden GF, Stein JF, Wood HM, et al. (1994). Differences in eye movements and reading problems in dyslexic and normal children. *Vision Research*: 34: 1345-58

Expósito, J. (2002). Intervención educativa en la dislexia evolutiva: algunos aspectos psicobiológicos a considerar

Facoetti, A., Turatto, M., Lorusso, M.L. & Mascetti, G.G. (2001). Orienting of visual attention in dyslexia: evidence for an asymmetric hemispheric control of attention. *Experimental Brain Research*, 138, 46-53.

Fendric P. (1935). Visual characteristics of poor readers. *Teachers College, Columbia University*.

Ferre, J.; Aribau, E. (2002). El desarrollo neurofuncional del niño y sus trastornos: visión, aprendizaje y otras funciones cognitivas. *Barcelona: Lebon*.

Ferré, J. Aribau, E. (2008). El desarrollo neurofuncional del niño y sus trastornos, visión, aprendizaje y otras funciones cognitivas. 2ª edición. *Barcelona: Lebon*, 978-84-89963-80-1.

Fischer B. & Hartnegg K., (2000). Effect of Visual Training on Saccade Control in Dyslexia. *Perception*, 29(5):531-542.

Garzia, R.P. (1987). The efficacy of visual training in amblyopia: A literature review. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 393-404.

Garzia, R.P. Peck, CK. (1993). Vision and reading II: eye movements. *J Optom Vis Dev* 25:4-37

Garzía, R., Richman, J., Nicholson, S.B. & Gaines, C.S. (1990). A new visual verbal saccade test: the development eye movement test (DEM). *J Am Optom Assoc*, 61(2), 124-135

Gayán, J. (2001). La evolución del estudio de la dislexia. *Anuario de Psicología*, 32(1), 3-30.

Goodale, M.A. & Milner, A.D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends Neurosci*, 15(1):20-5.

Goss DA, Downing B, Lowther A, Horner DG, et al. (2007). The effect of HTS Vision Therapy conducted in a school setting on reading skills in third and fourth grade students. *Optom Vis Dev* 38:27-32.

Green, C. S., Bavelier, D. (2007). Action-video-game experience alters the spatial resolution of vision. *Psychological Science*, 18(1):88–94.

Green, C.S. Bavelier, D. (2010) Perceptual learning during action video game playing. *Topics in Cognitive Science* 2:202–216

Griffin, JR. (1987). Efficacy of vision therapy for nonstrabismic vergence anomalies. *Am J Optom Physiol Opt*, 64:411-14.

Griffin, JR. Grisham, JD. (1995). Binocular anomalies. 3rd ed. *Butterworth–Heinemann*, 65:211-4

Grisham, JD. (1988). Visual therapy results for convergence insufficiency: a literatura review. *Am J Optom Physiol Opt*. 65:448- 454

Hammerberg, E. Norn, MS (1972) Defective dissociation of accomodation and convergence in dyslectic children. *Acta Ophthalmol*. 50:651-4

Hofmman, LG. Rouse, MW. (1980) Referral recommendations for binocular function and/or developmental perceptual deficiencies. *J Am Optom Assco*, 51:119- 125

Hofstetter, HW. Graphical Analysis in Vergence eye movements, Schor C and Ciuffreda KJ (eds). *Butterworth, Boston* 439-464

Kertesz AE. (1982) The effectiveness of wide-angle fusional stimulation in the treatment of convergence insufficiency. *Invest Ophthalmol Vis Sci*,22:690-93.

Krasich, K., Ramger, B., Holton, L., Wang, L., Stephen, R., Appelbaum, L. G., ... Learning, S. (2016). Sensorimotor Learning in a Computerized Athletic Training Battery Sensorimotor Learning in a Computerized Athletic, 2895(July).
<https://doi.org/10.1080/00222895.2015.1113918>

Legge, G. (2006). Psychophysics of Reading in Normal and Low Vision. Boca Raton: CRC Press.

Lopez, M.J. (2010). ¿Por qué yo no puedo? Fundamentos biológicos de las dificultades de aprendizaje. Ed. M.J. Lopez Juez.

Lliadou, V., Kaprinis, S., Kandylis, D. & Kaprinis, G.S. (2010). Hemispheric laterality assessment with dichotic digits testing in dyslexia and auditory processing disorders. *International Journal of Audiology*, 49, 247- 252.

Mattis, S; French, JH.; Rapin, I. (1975). Dyslexia in children and young adults: Three independent neuropsychological syndromes. *Developmental Medicine & Child Neurology*, vol. 17, no 2, p. 150-163.

Mestre, A. (2016). Avaluació De L' Oculomotricitat I De La Percepció Visual En Estudiants Amb Dificultats Específiques De L ' Aprenentatge Anna Mestre I Casanovas. *Biblioteca UPC*, 22–23.

Milberger, S., Biederman, J., Faraone, S. V. & Chen, L. (1996). Is maternal smoking during pregnancy a risk factor for attention deficit hyperactivity disorder in children?. *The American journal of psychiatry*, 153 (9), 1138-1142

Mostofsky, SH, et al. (2001). Oculomotor abnormalities in attention deficit hyperactivity disorder A preliminary study. *Neurology*, vol. 57, no 3, p. 423-430.

Morgan, M. (1944). The clinical aspects of accommodation and convergence. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*. 21:301- 313.

Muñoz, DP. Armstrong, IT. Hampton, KA. et al. (2003) Altered control of visual fixation and saccadic eye movements in attention-deficit hyperactive disorder. *J Neurophysiol*, 90:503- 15.

Paul, M., Shukla, G. & Sandhu, J.S. (2011). The effect of vision training on performance in tennis players. *Serb J Sports Sci*, 5(1): 11-16

Peterson, R.L. & Pennington, B.F. (2012). Developmental dyslexia. *The Lancet*, 26(379), 1997-2007.

Press LJ., (1997). Ed. *Applied concepts in vision therapy*. St. Louis: Mosby.

Quevedo, LI. & Solé, J. (1995). Visual training programme applied to precision shooting. *Ophthal. Physiol. Opt.*, 15, 5, 519-523.

Quevedo, LL., Padrós, A., Solé, J. & Cardona, G. (2015). Entrenament perceptivocognitiu amb el Neurotracker 3D-MOT per potenciar el rendiment en tres modalitats esportives. *Apunts. Educació física i Esports*, 119:97-108.

Richman, JE, Garzia, RP. (1996). Eye movements and readin. *Vision and readinG*.

Romeas, T., Guldner, A., & Faubert, J. (2016). 3D-Multiple Object Tracking training task improves passing decision-making accuracy in soccer players. *Psychology of Sport and Exercise*, 22, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2015.06.002>

Rouse MW, Borsting E, Hyman L, Hussein M, Cotter SA, Flynn M, Scheiman M, Gallaway M, De Land PN. (1994) Frequency of convergence insufficiency among fifth and sixth graders. The Convergence Insufficiency and Reading Study (CIRS) group. *Optom Vis Sci*. Sep;76(9) 643-649. PMID: 10498006.

Scheiman, M. (2002). Understanding & Managing Vision Deficits: A guide for Occupational Therapists, 2nd edn. *Slack Inc, Philadelphia, PA*.

Scheiman, M. Wick, B. (1996) Clinical mangement of binocular vision: heterophoric, accomodative and eye moviment disorders. *J B Lipp Com*, 7-8

Scheiman, M., Cotter, S., Kulp, M.T., et al. (2011). Treatment of accommodative dysfunction in children: results from a random clinical trial. *Optom Vis Sci*, 88(11):1343-52.

Scheiman, M., Mitchell, G.L., Cotter, S., et al. (2005). A randomized clinical trial of vision therapy orthoptics versus pencil pushups for the treatment of convergence insufficiency in young adults. *Optometry Vis Sci*, 82: 583-95.

Schwab, S. & Memmert, D. (2012). The impact of a sports vision training program in youth field hockey players. *J Sports Sci Med*, 11(4): 624-631.

Shaywitz, E.; Shaywitz, BA. (2001). The neurobiology of reading and dyslexia. *Focus on Basics*. vol. 5, p. 11-15.

Simons HD, Grisham JD. (1987). Binocular anomalies and reading problems. *J Am Optom Assoc*. Jul;58(7) 578-587. PMID: 3312379.

Sims VK, Mayer RE. (2000). Domain specificity of spatial expertise: The case of video game players. *Applied Cognitive Psychology*;16:97–115.



Solan, HA. Ficarra, A. Brannan, JR. et al. (1998) Eye movement efficiency in normal and disabled elementary school children: effects of varying luminance and wavelength. *J Am Optom Assoc*, 69:455-64

Skeffington, A.M. (1958). The importance of Vision. *Education*, 79,

Sommers W, Happel A, Phillips J. (1987) Use of personal microcomputer for orthoptic therapy. *J Am Opt Ass*, 55:217-22.

Stein JF, Riddell PM, Fowler S. (1988). Disordered vergence control in dyslexic children. *Br J Ophthalmol*, 72:162-6

Steinman BA, Steinman SB, Garzia RP, et al. (1996) Vision and reading iii: visual attention. *J Optom Vis Dev*, 27:428.

Sterner, B., Gellerstedt, M., & Sjöström, A. (2004). The amplitude of accommodation in 6– 10-year-old children—not as good as expected!. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 24(3), 246-251.

Torgeson, JK. (2000). Individual differences in response to early interventions in Reading: the lingering problema of treatment resisters. *Learn Disabil Res Pract*, 15:55- 64

Torras De Beà, E. (2002). Dislexia en el desarrollo psíquico: su psicodinámica. *Barcelona: Paidós*. 84-493-1195-0.

Trick LM, Jaspers-Fayer E, Sethi N. (2005). Multiple-object tracking in children: The "Catch the Spies" task. *Cognitive Development*;20(3):373–387.

Ygge J, Lennerstrand G, Axelsson I, et al. (1993) Visual functions in a Swedish population of dyslexic and normal reading children. *Acta Ophthalmol*, 71:1-9

WOLD, RM. Pierce, JR. Kennington, J. (1978) Effectiveness of optometric vision therapy. *J Am Optom Assco*. 49:1047-54

Wolf, M. & Bowers, P.G. (2000). Naming-Speed processes and developmental Reading disabilities: An introduction to the special issue on the Double-Deficit hypothesis. *Journal of Learning Disabilities*, 33, 322-324.

• ANNEX 1

Nom i cognoms.....

Data de naixement..... Edat..... Curs.....

Porta ulleres Quan fa?.....

S'ha fet algun examen visual?..... Quan es va fer la última revisió de la vista?.....

Ha tingut alguna malaltia important o alguna al·lèrgia a destacar?.....

.....

Ha patit algun tipus de trastorn en el seu desenvolupament? Quin?.....

.....

Pren algun tipus de medicament? Quin?.....

SIMPTOMES (Marcar amb una X el requadre corresponent)	SI	A vegades	NO
1. Em canso quan porto una estona mirant de prop			
2. Em fa mal el cap quan porto una estona llegint			
3. Veig borrosos quan intento llegir			
4. Quan llegeixo, veig doble			
5. Quan llegeixo, em ploren els ulls			
6. Quan llegeixo em costa concentrar-me			
7. Quan llegeixo, noto que es mouen les lletres, les paraules o les línies			
8. Quan llegeixo, m'agafa son			
9. Quan porto una estona llegint, em costa més entendre el que llegeixo			
10. Llegeixo massa lentament			
11. Crec que giro un ull al llegir			
12. Tanco un ull per veure millor			
13. Sento tensió als ulls quan estic mirant alguna cosa una estona			
14. Quan llegeixo una estona, em distrec amb facilitat			
15. M'acosto o allunyo molt per llegir			
16. Tinc de moure el cap per poder llegir			
17. Em perdo quan estic llegint			
18. Quan llegeixo, em salto algunes paraules o línies			
19. Em resulta difícil copiar de la pissarra			
20. Freqüentment em fa mal el cap			
21. Tinc dificultat per mirar de la pissarra a la llibreta i al revés			
22. Em molesta molt la llum			
23. Sento que em cremen els ulls al llegir			